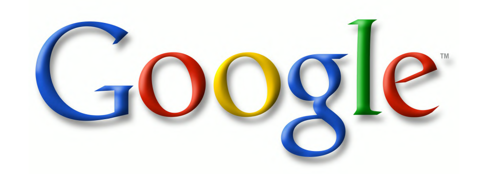
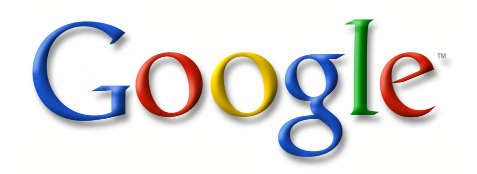
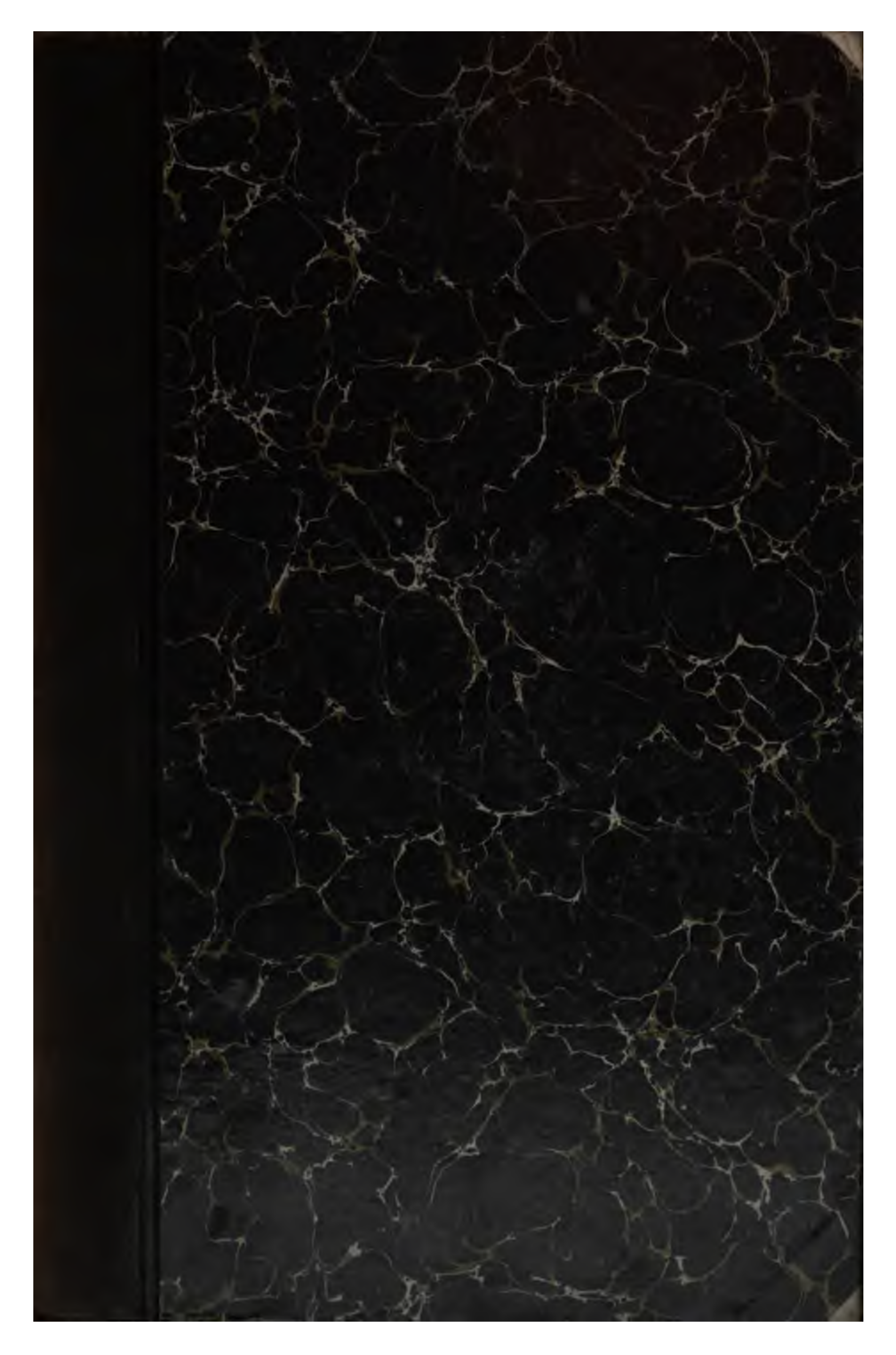
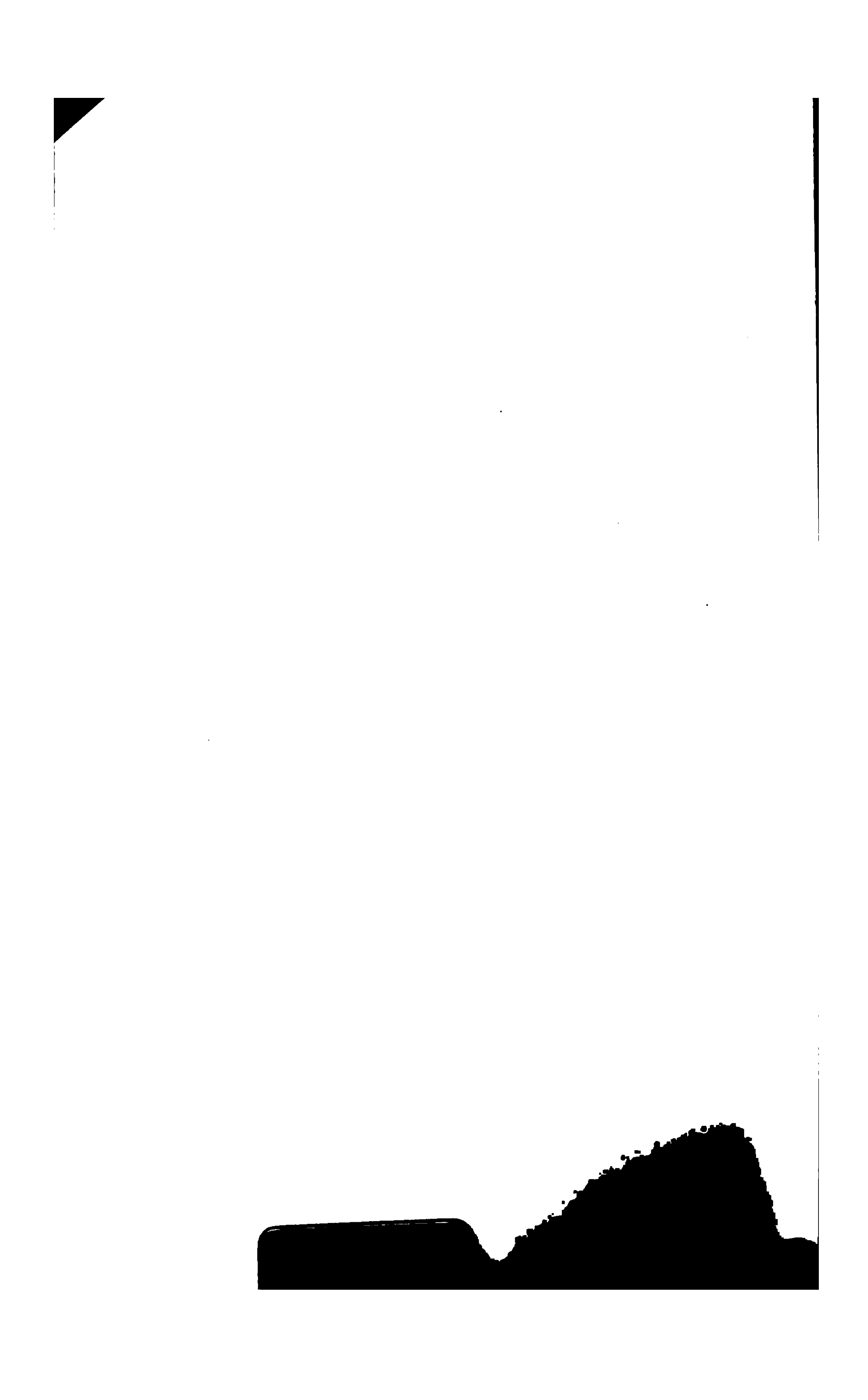
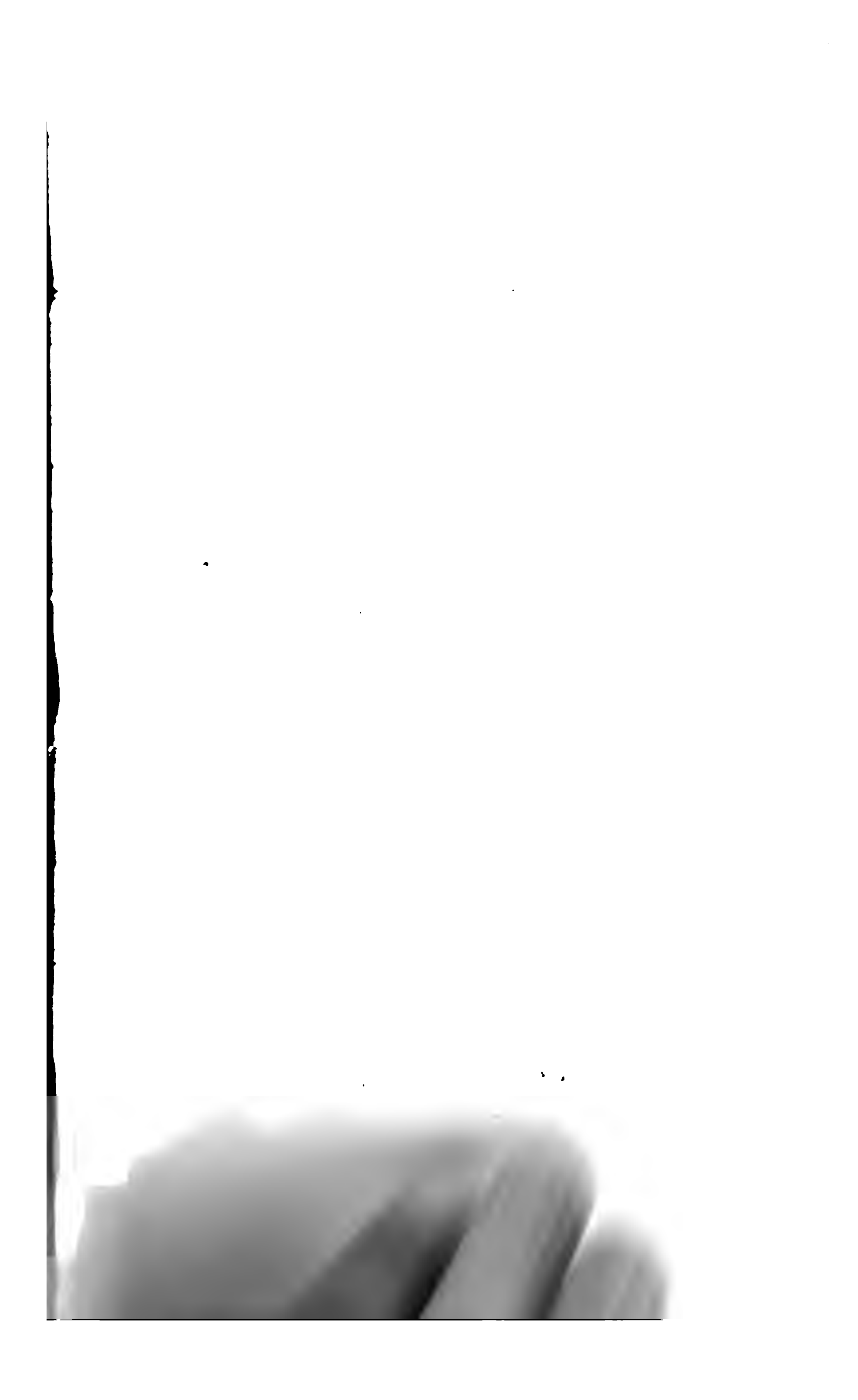










SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

FÜNFUNDSECHZIGSTER BAND.

WIEN.

AUS DER K. K. HOF- UND STAATSDRUCKEREI.

IN COMMISSION BEI CARL GEROLD'S SOHN,

BUCHHÄNDLER DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

1872.

SITZUNGSBERICHTE

DER

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHEN CLASSE

DER KAISERLICHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

LXV. BAND. I. ABTHEILUNG.

JAHRGANG 1872. — HEFT I BIS V.

(Mit 24 Tafeln und 2 Holzschnitten.)

WIEN.

AUS DER K. K. HOF- UND STAATSDRUCKEREI.

IN COMMISSION BEI CARL GEROLD'S SOHN,

BUCHHÄNDLER DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

1872.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

FÜNFUNDSECHZIGSTER BAND.

WIEN.

AUS DER K. K. HOF- UND STAATSDRUCKEREI.

IN COMMISSION BEI CARL GEROLD'S SOHN,

BUCHHÄNDLER DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

1872.

SITZUNGSBERICHTE

DER

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHEN CLASSE

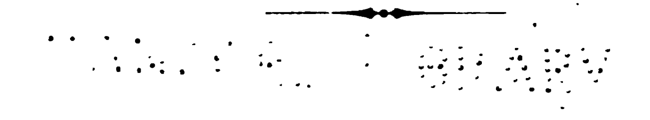
DER KAISERLICHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

LXV. BAND. I. ABTHEILUNG.

JAHRGANG 1872. — HEFT I BIS V.

(Mit 24 Tafeln und 2 Holzschnitten.)



WIEN.

AUS DER K. K. HOF- UND STAATSDRUCKEREI.

IN COMMISSION BEI CARL GEROLD'S SOHN,

BUCHHÄNDLER DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

1872.

INHALT.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

LXV. Band.

ERSTE ABTHEILUNG.

1.

Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Mineralogie, Botanik, Zoologie, Geologie und Paläontologie.

I. SITZUNG VOM 4. JÄNNER 1872.

In Verhinderung des Präsidenten führt Herr Hofrath Freih. v. Burg den Vorsitz.

Der Secretär legt eine rechtzeitig eingelangte Concurrenzschrift für den Freiherr A. v. Baumgartner'schen Preis vor. Dieselbe führt den Titel: „Über Härtecurven an Krystallflächen" und trägt das Motto: *„... Thetisque novos detegat orbes*
Nec sit terris ultima Thule.
Seneca, Medea."

Herr Prof. L. Gegenbauer in Krems übersendet eine zweite Abhandlung über die „Auswerthung bestimmter Integrale".

Herr Prof. Dr. F. C. Schneider übersendet eine für den „Anzeiger" bestimmte Mittheilung: „Über die Entstehung einer detonirenden Jodverbindung".

Herr Schiffslieutenant K. Weyprecht übermittelt mit Schreiben ddto Triest, 28. December 1871, Proben von Treibholz und Grundproben, welche auf seiner letzten, gemeinschaftlich mit Herrn Oberlieutenant Julius Payer unternommenen Nordpolarfahrt im nördlichen Eismeere gesammelt worden sind.

Herr Jos. Schlesinger, Professor an der Forst-Hochschule zu Mariabrunn, hinterlegt ein versiegeltes Schreiben zur Wahrung seiner Priorität. Dasselbe führt die Aufschrift: „Nachweis, dass die bisher von der Wissenschaft für die Ausflussgeschwindigkeit des Wassers aus Röhrenleitungen abgeleitete Grundformel $v = \sqrt{2gh}$ unrichtig ist, und durch die Formel $v = \sqrt{g(h+h')}$ ersetzt werden muss, wobei h die totale Druckhöhe, und h' die Druckhöhe im Reservoir ist".

Herr Director Dr. K. v. Littrow zeigt die durch Herrn Tempel in Mailand am 29. December 1871 gemachte Entdeckung eines neuen teleskopischen Kometen an.

Herr Prof. Dr. Th. Ritter v. Oppolzer übergibt eine für den „Anzeiger“ bestimmte „Mittheilung über die ihm, am 20. December 1871 gelungene Wiederauffindung des verlorenen Planeten (91) Ägina“.

Herr Dr. Sigm. Exner, Privatdocent und Assistent an der physiologischen Lehrkanzel der Wiener Universität, überreicht eine Abhandlung, betitelt: „Weitere Studien über die Structur der Riechschleimhaut bei Wirbelthieren“.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Alpen-Verein, österr.: Jahrbuch. 7. Band (IX. Jahrgang). Wien, 1871; 8⁰.

Annalen der Sternwarte in Leiden. II. Band. Haag, 1870; 4⁰.

Astronomische Nachrichten. Nr. 1871. (Bd. 78. 23.) Altona, 1871; 4⁰.

Apotheker-Verein, allgem. österr.: Zeitschrift. 9. Jahrgang (1871), Nr. 36; 10. Jahrgang (1872), Nr. 1. Wien; 8⁰.

Bibliothèque Universelle et Revue Suisse: Archives des Sciences physiques et naturelles. N. P. Tome XLII, Nr. 167. Genève, Lausanne & Paris, 1871; 8⁰.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXIII, Nrs. 22—24. Paris, 1871; 4⁰.

Gesellschaft, k. physikal.-ökonomische, zu Königsberg: Schriften. XI. Jahrgang, 1870. 1. & 2. Abthlg. Königsberg, 1870 & 1871; 4⁰.

— Schlesische, für vaterländische Cultur. 48. Jahresbericht. Breslau, 1871; 8⁰.

— naturforschende, zu Bamberg: 9. Bericht. 1869—1870. Bamberg, 1870; 8⁰.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXXII. Jahrgang (1871), Nr. 51—53; XXXIII. Jahrgang (1872), Nr. 1. Wien; 4⁰.

Helsingfors, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften für d. J. 1870—1871. 4⁰ & 8⁰.

Instituut, K., voor de taal-, land- en volkenkunde van Nederlandsch Indië: Bijdragen. III. Volgreeks. V. Deel, 3. Stuk;

VI. Deel, 1. Stuk. 'S Gravenhage, 1871; 8°. — Bloemlezing uit maleische Geschriften. II. Stuk. Door G. K. Niemann. 'S Gravenhage, 1871; 8°. — Recherches sur les monnaies des indigènes de l'archipel Indien et de la péninsule Malaie. Par H. C. Millies. La Haye, 1871; 4°.

Jahresbericht über die Fortschritte der Chemie etc. Von Adolph Strecker. Für 1869. II. Heft. Giessen, 1871; 8°.

Landbote, Der steirische. 4. Jahrgang, Nr. 26. Graz, 1871; 4°.

Landwirthschafts-Gesellschaft, k. k., in Wien: Verhandlungen und Mittheilungen. Jahrgang 1871, Nr. 24. Wien; 8°.

Lese-Verein, akadem., an der k. k. Universität und st. l. technischen Hochschule in Graz: IV. Jahresbericht (1871). Graz; 8°.

— — der böhmischen Studenten, zu Prag: Jahresbericht 1870—71. Prag, 1871; 8°. (Böhmisch.)

Leyden, Universität: *Annales academici. MDCCCLXV—MDCCCLXVI. Lugduni-Batavorum, 1870;* 4°.

Mittheilungen aus J. Perthes' geographischer Anstalt 17. Band, 1871. Heft XII. Gotha; 4°.

Nature. Nrs. 112—113, Vol. V. London, 1871; 4°.

„Revue politique et littéraire" et „La Revue scientifique de la France et de l'étranger. Ire Année (2e Série), Nrs. 25—27. Paris & Bruxelles, 1871; 4°.

Rostock, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften aus d. J. 1870/71. 4° & 8°.

Schaufuss, L. W., Zoologische Mittheilungen. Dresden, 1870; 8°.

Senarmont, Henri de, Emile Verdet et Léonor Fresnel, Oeuvres complètes d'Augustin Fresnel. Tomes II & III. Paris, 1868 & 1870; 4°.

Société de physique et d'histoire naturelles de Génève: Mémoires. Tome XX, 2de Partie (1870); Tome XXI, 1re Partie (1871), et tables des Mémoires contenus dans les tomes I à XX. Génève; 4°.

Society, The Royal Geographical, of London: Journal. XL. Volume. 1870. London; 8°. — Proceedings. Vol. XV, Nrs. 1—4. London, 1871; 8°.

Stur, Dionys, Geologie der Steiermark. (Herausgegeben von der Direction des geog.-mont. Vereins für Steiermark.) Graz, 1871; 4⁰.

Upsala, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften für d. J. 1869/70; 4⁰ & 8⁰.

Verein, Naturwissenschaftlicher, für Sachsen und Thüringen in Halle: Zeitschrift für die gesammten Naturwissenschaften. N. F. 1870, Band II; 1871, Band III. Berlin; 8⁰.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXI. Jahrgang, Nr. 51—52. Wien, 1871; 4⁰.

Zeitschrift des österr. Ingenieur- & Architekten-Vereins. XXIII. Jahrgang, 16. Heft. Wien, 1871; 4⁰.

II. SITZUNG VOM 11. JÄNNER 1872.

Der Secretär legt folgende eingesendete Abhandlungen vor:

„Die natürliche Familie der Schuppenthiere *(Manes)*", vom Herrn Dr. L. J. Fitzinger in Pest.

„Mathematische Demonstrationen am Domino-Spiel", vom Herrn S. Adler in Wien.

Die Lese- und Redehalle der deutschen Studenten in Prag, sowie der dortige akademische Leseverein der böhmischen Studenten danken für die ihnen im abgelaufenen Jahre übersendeten akademischen Publicationen.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Academy, The Royal Irish: Proceedings. Vol. X, Parts I—III. Dublin, 1867, 1868 & 1869; 8°.

Akademie der Wissenschaften, Königl. Bayer., zu München: Sitzungsberichte der philos.-philologischen und histor. Classe, 1871, Heft IV; Sitzungsberichte der mathem.-physik. Classe, 1871, Heft II. München, 8°.

Annalen der Chemie & Pharmacie von Wöhler, Liebig & Kopp. N. R. Band LXXXIV, Heft 2, und VIII. Supplementband, 2. Heft. Leipzig, 1871; 8°.

Astronomische Nachrichten. Nr. 1872 (Bd. 78. 24.). Altona, 1872; 4°.

Bern, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften aus dem Jahre 1869/70. 4° & 8°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXIII, Nrs. 25—26. Paris, 1871; 4°.

Gesellschaft, geographische, in Wien: Mittheilungen. N. F. 4. 1871, Nr. 12. Wien; 8°.

— österr., für Meteorologie: Zeitschrift. VI. Band, Nr. 24. Wien, 1871; 4°.

Istituto, R., Veneto di Scienze, Lettere ed Arti: Atti. Tomo XVI°, Serie III°, Disp. 10°. Venezia, 1870—71; 8°.

Landbote, Der steirische. 5. Jahrgang, Nr. 1. Graz, 1872; 4°.

Lund, Universität: *Acta*. 1868. Lund, 1868—69; 4°.

Nature. Nr. 114, Vol. V. London, 1872; 4°.

Osservatorio del R. Collegio Carlo Alberto in Moncalieri: Bullettino Meteorologico. Vol. VI, Nr. 1. Torino, 1871; 4°.

Reichsanstalt, k. k. geologische: Verhandlungen. Jahrgang 1871, Nr. 16. Wien; 4°.

Société Linnéenne de Bordeaux: Actes. Tome XXVII. (3° Série, Tome VII) 1re Partie. Paris & Bordeaux, 1870; 8°.

Society, The Royal Dublin: Journal. Nr. XXXIX. Dublin, 1870; 8°.

Tübingen, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften aus d. J. 1870. 4° & 8°.

Wiener Mediz. Wochenschrift. XXII. Jahrgang, Nr. 1. Wien, 1872; 4°.

Zeitschrift für Chemie, von Beilstein, Fittig & Hübner. XIV. Jahrgang. N. F. VII. Band, 13. Heft. Leipzig, 1871; 8°.

Die natürliche Familie der Schuppenthiere (Manes).

Von dem w. M. Dr. Leop. Jos. Fitzinger.

So wenig artenreich diese Thierfamilie ist und so vortreffliche Bearbeiter sie an Sundevall, Focillon, Wagner und Gray auch gefunden, so besteht doch rücksichtlich der Feststellung der ihr angehörigen Arten und ihrer gegenseitigen Abgrenzung noch eine sehr grosse Ungewissheit und eine höchs bedeutende Verwirrung.

Der Grund hievon ist theils in den überaus mangelhaften und unvollständigen Beschreibungen so mancher Formen zu suchen, welche man bis jetzt blos aus diesen Beschreibungen kennt, theils in der geringen Zahl von Exemplaren der einzelnen verschiedenen Arten dieser in allen europäischen Museen nur höchst spärlich vertretenen Familie, so wie nicht minder auch in der grossen Ähnlichkeit, welche zwischen mehreren Formen dieser Familie besteht, und einer gewissen Scheu jener Zoologen, welche sich seither mit der Untersuchung derselben beschäftigt haben, die aufgefundenen Abweichungen für genügend zu betrachten, um auf dieselben besondere Arten zu gründen.

Jeder Versuch, hierüber Klarheit zu gewinnen, kann daher der Wissenschaft nur förderlich sein und deshalb habe auch ich diese Familie zum Gegenstande meiner Untersuchungen gewählt, deren Resultat ich hiermit meinen Fachgenossen zur näheren Prüfung vorlege.

Ich habe hierbei alle jene Unterschiede hervorgehoben, welche sich bei einer gegenseitigen Vergleichung sämmtlicher bis jetzt bekannt gewordenen Formen — theils nach Original-Exemplaren, theils nach den uns vorliegenden Beschreibungen — ergeben, und manche derselben einstweilen als selbstständige Arten angeführt, da ich mich zum Theile durch die ihnen zukom-

menden Merkmale, zum Theile aber auch durch ihre geographische Verbreitung zu einer solchen Annahme für berechtigt halten zu dürfen glaube.

Es würde mich freuen, wenn mein Bestreben dazu beitragen würde, die bestehende Verwirrung aufzuklären und die einzelnen Arten sicherer zu begrenzen.

Die Schuppenthiere bilden eine scharf abgesonderte Familie in der Ordnung der Scharrthiere *(Effodientia)* und nehmen die niederste Stufe in derselben ein. Sie reihen sich zunächst an die Familie der Ameisenfresser *(Myrmecophagae)* und bilden einen scheinbaren Übergang zur Familie der Ameisenigel *(Tachylossi)* aus der Ordnung der Cloaken- oder Gabelthiere *(Monotremata)*, an welche sie in einigen ihrer Merkmale erinnern.

Linné, welcher diese Familie nur nach den Abbildungen und überaus kurzen Beschreibungen kannte, die seine Vorgänger von einigen Formen derselben gegeben, glaubte nur zwei verschiedene Arten in denselben erkennen zu dürfen, die er in der von ihm für dieselben aufgestellten Gattung „*(Manis)*" vereinigt hatte. Brisson, der ebenfalls nur zwei Arten unterschieden hatte, errichtete für dieselben seine Gattung „*Pholidotus*".

Erst Rafinesque fühlte das Bedürfniss, diese Gattung in zwei Gattungen zu trennen, indem er im Jahre 1821 für diejenigen Arten, deren Schwanz den Körper an Länge übertrifft, die Gattung „*Pangolinus*", für jene aber, deren Schwanz kürzer als der Körper ist, die Gattung „*Phataginus*" errichtete.

In der Folge hatte sich aber die Zahl der verschiedenen, zu dieser Familie gehörigen Arten nicht unbeträchtlich vermehrt, so dass sich Sundevall, welcher sich dieselben zum Gegenstande seiner wissenschaftlichen Untersuchungen gewählt, durch die ihnen zukommenden Merkmale genöthigt sah, in seiner vortrefflichen, im Jahre 1842 erschienenen höchst genauen Arbeit über diese Thierfamilie, noch eine dritte Gattung für dieselben aufzustellen. Er erweiterte die von Rafinesque gegebene Charakteristik der Gattungen „*Pangolinus*" und „*Phataginus*" desselben, indem er hierbei auch die Art der Beschuppung der Vorderbeine sowohl, als auch die Vertheilung der Körperschuppen nach der Zahl der Längsreihen in Betrachtung zog, und nahm drei verschiedene Gattungen an, und zwar für die mit einem

sehr langen Schwanze versehenen Arten, deren Schwanz länger als der Körper ist, die Gattung „*Manis*“, welche der Rafinesque’schen Gattung „*Pangolinus*“ entspricht, für die kürzer geschwänzten, deren Schwanz nicht die Länge des Körpers übersteigt und welche mit 15—19 Längsreihen von Schuppen auf dem Rücken versehen sind, die Gattung „*Pholidotus*“, und für jene kürzer geschwänzten, welche 11—13 Längsreihen von Rückenschuppen haben, die Gattung „*Phatages*“, welche mit der von Rafinesque in Vorschlag gebrachten Gattung „*Phataginus*“ identisch ist.

Gray, der gleichfalls diese Familie einer Bearbeitung unterzog, nahm zwar die von Sundevall aufgestellten drei Gattungen an, stellte aber für die beiden letzteren andere Merkmale auf, indem er aus der Sundevall’schen Gattung „*Phatages*“ jene Arten ausschied, bei denen sich die Mittelreihe der Rückenschuppen bis an das Schwanzende erstreckt und seiner Gattung „*Pholidotus*“ zuwies, für die Formen aber, bei denen die Mittelreihe der Rückenschuppen das Schwanzende nicht erreicht, eine besondere Gattung bildete, welche er mit dem Namen „*Smutsia*“ bezeichnete.

Ich bin in der vorliegenden Arbeit bezüglich der Gattungen der Sundevall’schen Ansicht getreu geblieben, doch habe ich mich durch die mittlerweile bekannt gewordenen neueren Entdeckungen veranlasst gesehen, aus der Sundevall’schen Gattung „*Manis*“ die mit dreizackigen Schuppen versehenen Arten auszuscheiden und für dieselben eine besondere Gattung zu bilden, für welche ich den Namen „*Triglochinopholis*“ in Vorschlag bringe und auch den Charakter der Gattung „*Pholidotus*“ etwas abzuändern.

Meinen Untersuchungen zufolge sind bis jetzt schon 22 verschiedene Formen bekannt, welche sich in 4 Gattungen vertheilen.

Eine kurze Uebersicht über den Knochenbau dürfte hier eine Stelle finden und dem speciellen Theile dieser Abhandlung vorausgehen.

In Ansehung der Beschaffenheit des Knochengerüstes kommen die dieser Thierfamilie angehörigen Arten zunächst mit jenen der Familie der Ameisenfresser *(Myrmecophagae)* überein.

Der Schädel ist von gestreckt kegelförmiger Gestalt, im Hirntheile nur von geringer Breite und abgerundet, im Schnauzentheile, der allmählig in den Hirntheil übergeht und sich nicht deutlich von demselben abgrenzt, nach vorne zu mehr oder weniger verschmälert, verdünnt und zugespitzt, und auf der Oberseite gewölbt, auf der Unterseite aber abgeflacht. Die Stirnbeine sind von sehr ansehnlicher Grösse, die Scheitelbeine in der Jugend durch eine Naht in der Mitte miteinander verbunden, welche jedoch so wie auch grösstentheils die übrigen Knochennäthe des Schädels schon frühzeitig völlig verschwindet. Das Jochbein ist nur durch ein Rudiment angedeutet oder fehlt auch gänzlich und der Jochbogen ist nicht geschlossen, doch schliesst sich eine vom Oberkiefer ausgehende Sehne, welche bisweilen verknöchert, an denselben an. Die Augenhöhle wird nur durch den Jochfortsatz theilweise begrenzt. Das Thränenbein ist nicht vorhanden, doch befindet sich bei den Gattungen Spitzschwanzschuppenthier *(Pholidotus)* und Breitschwanzschuppenthier *(Phatages)* ein grosses eiförmiges Loch an dessen Stelle, das zwischen dem Stirn- und Gaumenbeine von der Augen- in die Nasenhöhle führt, während dasselbe bei der Gattung Schuppenthier *(Manis)* durch eine undurchbohrte Knochenplatte ersetzt wird. Ebenso fehlt auch der knöcherne Gehörgang, dagegen befindet sich über der Trommelhöhle eine grosse Knochenzelle, welche mit derselben in Verbindung steht. Die Nasenbeine sind mehr oder weniger lang, je nach den verschiedenen Arten, und greifen etwas in die Stirnbeine ein. Der Oberkiefer ist gross und bietet an seinem Rande einen leistenartigen Vorsprung dar. Der Zwischenkiefer ist sehr klein und mit einem langen, schmalen, aufsteigenden Aste versehen, der sich zwischen den Gaumentheil des Oberkiefers zu beiden Seiten einschiebt. Die Gaumenbeine sind langgestreckt und schmal. Die Gelenkhöcker des Hinterhaupts sind nur von geringer Länge, aber stark und das Hinterhauptsloch ist weit und oben mit einem Schlitze versehen. Der Unterkiefer, dessen beide Äste nur locker an der Symphyse miteinander verbunden sind, ist lang und ziemlich schmächtig, ohne Kronfortsatz, und an seinem oberen Rande gegen die Spitze zu bei den allermeisten Arten mit einem kleinen, spitzen, aufrechtstehenden Fortsatze versehen.

Die Zahl der Wirbel ist sehr beträchtlich und schwankt — in so weit diess bis jetzt bekannt ist, — zwischen 48—74.

Halswirbel sind bei allen Arten 7 vorhanden und Lendenwirbel — wie es scheint, — durchgehends 5. Dagegen ist die Zahl der übrigen Wirbel nicht beständig und nach den einzelnen Arten oft sehr verschieden. So schwankt die Zahl der Rückenwirbel zwischen 12—15, der Kreuzwirbel zwischen 3—4, und der Schwanzwirbel zwischen 21—46. Diese letztere Zahl ist auch die grösste, welche überhaupt bei den Säugethieren angetroffen wird.

Nachstehende Tabelle enthält eine Übersicht der seither bezüglich der Vertheilung der Wirbel untersuchten Arten.

	Halswirbel	Rückenwirbel	Lendenwirbel	Kreuzwirbel	Schwanzwirbel	Gesammtzahl der Wirbel	Nach
Man. longicaudata	7	13	5	3	46	74	Cuvier.
Phol. javanicus . .	7	15	5	4	29	60	Rapp.
Phat. laticaudatus	7	15	5	4	26	57	Cuvier.
Phat. Temminckii	7	12	5	3	21	48	Smuts.

Die Halswirbel sind bei den meisten Arten ziemlich lang und mit langen Dorn- und kräftigen Querfortsätzen versehen, bei einigen Arten aber, sowie auch ihre Dornfortsätze, verkürzt. Die Rücken- und Lendenwirbel sind verschmälert und mit sehr breiten, ziemlich gleich hohen und nur schwach nach rückwärts geneigten Dornfortsätzen versehen, welche schon vom sechsten Wirbel an eine beträchtliche Breite erlangen. Die Querfortsätze derselben sind sehr stark und insbesondere jene der Lendenwirbel. Auch die Dorn- und Querfortsätze der Schwanzwirbel sind bis auf die hintersten unteren Dornen sehr stark entwickelt und die letzten Schwanzwirbel verwachsen bisweilen miteinander.

Das vordere Stück des Brustbeines ist schmal, der hintere Theil desselben oder der Schwertfortsatz von sehr beträchtlicher Länge. Bei der Gattung Schuppenthier (*Manis*) theilt sich derselbe in zwei Äste, welche sich mittelst eines langen, dünnen Knorpelstreifens an den Wandungen des Unterleibes zwischen den Bauchmuskeln und dem Bauchfelle bis an das Schambein fortsetzen und bisweilen auch noch unter sich durch besondere Knorpeln verbunden sind. An den Schwertfortsatz des Brustbeines heftet sich auch der lange Zungenmuskel an, welcher die Zunge zurückzieht. Der hintere Knorpel des Brustbeines ist bisweilen

von beträchtlicher Grösse und scheibenförmig erweitert, wie diess namentlich bei der Gattung Spitzschwanzschuppenthier *(Pholidotus)* der Fall ist.

Die Rippen, deren Zahl 12—15 Paare beträgt, unter denen 5—8 Paare echte und 7 Paare falsche Rippen sind, sind sehr stark, breit und plattenförmig und die Rippenknorpel, welche im jugendlichen Zustande getheilt sind, verknöchern bei Zunahme des Alters.

Schlüsselbeine fehlen vollständig. Das Schulterblatt ist von unregelmässiger Gestalt, sehr breit, am oberen und vorderen Rande etwas gewölbt und in der Mitte von einer starken Gräthe durchzogen.

Die vorderen Gliedmassen sind sehr kräftig und der starke Oberarmknochen ist an seinem unteren Ende von ansehnlicher Breite und am inneren Gelenkhöcker durchbohrt. Die oberen Gelenkhöcker sind nur von geringer Höhe, die Delta-Leiste dagegen ist sehr stark. Auch das Ellenbogen- und Speichenbein des Vorderarmes sind von beträchtlicher Stärke und ebenso auch der Ellenbogenknorren.

Der Vorderfuss bietet im Allgemeinen eine ähnliche Bildung wie jene der Gattung Ameisenfresser *(Myrmecophaga)* dar. Die Handwurzel besteht aus sieben Knochen und das kahn- und halbmondförmige Bein sind miteinander verwachsen. Die Mittelhand wird aus fünf sehr verkürzten Knochen gebildet und der mittlere derselben ist viel stärker als die seitlichen. Die Zehen bestehen aus drei Phalangen, mit Ausnahme der Innenzehe, welche nur aus zwei Phalangen gebildet wird. Die Mittelzehe ist die stärkste, die zweite und vierte sind etwas schwächer und auch kürzer, und die Innen- und Aussenzehe sind am kürzesten. Die Nagelglieder sind nur nach abwärts beweglich und an ihrem Ende tief gespalten.

Das Becken ist schmal und aus sehr starken Knochen gebildet. Das Sitzbein ist nicht mit dem Kreuzbeine verwachsen und schliesst sich den Querfortsätzen des dritten Kreuzbeinwirbels an. Die Schambeine sind vollständig miteinander verbunden und die Schambeinfuge ist kurz. Das Hüftbein ist schmal, von prismatischer Gestalt, an seinem vorderen Ende mit einer An-

schwellung versehen und an seiner inneren Seite an den letzten Lendenwirbel eingelenkt.

Die hinteren Gliedmassen sind gleichfalls von beträchtlicher Stärke und etwas länger als die vorderen. Der Oberschenkelknochen ist sehr stark, breit und flachgedrückt, und Schien- und Wadenbein sind gekrümmt.

Die Fusswurzel ist sehr kräftig und wird aus acht Knochen gebildet, indem sich ein überzähliger Knochen an das erste Keilbein anschliesst. Der Mittelfuss und die Zehen bieten dieselbe Bildung wie die Mittelhand und ihre Zehen dar, doch sind die Zehen der Hinterfüsse etwas kleiner.

Zähne fehlen gänzlich.

Bezüglich der Weichtheile ist Folgendes besonders zu bemerken:

Die Zunge ist sehr lang, sehr weit ausstreckbar und von wurmförmiger Gestalt, dünn, flach, spitz und scheinbar glatt und klebrig, aber auf ihrer Oberseite mit zwei wallförmigen Warzen und überaus feinen, fast kaum zu bemerkenden Spitzen und nach rückwärts gerichteten hornartigen Stacheln besetzt.

Die Hoden liegen ausserhalb der Bauchhöhle in der Leistengegend. Die Ruthe ist in eine Scheide eingeschlossen, der Fruchthälter einfach.

Was die äusseren körperlichen Merkmale betrifft, so bieten sämmtliche zu dieser Thierfamilie gehörige Formen im Allgemeinen eine ziemlich grosse Übereinstimmung dar und erinnert ihre Körperform in mancher Beziehung lebhaft an jene der Familie der Ameisenfresser *(Myrmecophagae)*.

Die Gliedmassen sind Gangbeine, sehr stark und kräftig, kurz, plump und fast von gleicher Länge. Vorder- sowohl als Hinterfüsse sind fünfzehig, die Zehen unvollkommen beweglich, bis zu den Krallen miteinander verbunden und die mittleren sehr stark. Die Krallen sind sehr gross und stark, insbesondere aber jene der Vorderfüsse, welche wahre Scharrkrallen sind.

Der Kopf ist kegelförmig, die Schnauze mehr oder weniger gestreckt und nach vorne zu verdünnt. Die Nasenlöcher sind klein und seitlich gestellt. Die Ohrmuschel ist meist nur rudimentär und blos durch einen niederen Hautrand angedeutet, und nur bei

sehr wenigen Arten ist sie stärker entwickelt. Die Augen sind klein und stehen an den Seiten des Kopfes. Die Mundspalte ist sehr klein. Der Hals ist ziemlich kurz, doch dicker als der Kopf, und geht allmählig in den gestreckten, walzenförmigen und mehr oder weniger gewölbten oder auch flachgedrückten Rumpf über. Der Schwanz ist sehr lang oder lang, flachgedrückt, nach rückwärts gerichtet und schlaff. Der Scheitel, die ganze Oberseite des Leibes und des Schwanzes, so wie auch dessen Unterseite ist mit einem aus hornigen und dachziegelartig übereinander liegenden Schuppen bestehenden Panzer bedeckt, welcher sich am Kopfe über die Stirne bis ungefähr zur Mitte zwischen den Augen und der Schnauzenspitze erstreckt. Die Schuppen sind dick und stark, sehr hart und fest, mit scharfen, schneidigen Rändern und von mehr oder weniger rautenförmiger Gestalt, nur mit ihrer oberen Spitze mit der Körperhaut verwachsen und daher auch sehr beweglich und verschiebbar. Am Kopfe sind sie am kleinsten und auch an den Seiten des Leibes, am Schwanzende und an den Beinen weit kleiner als auf dem Rücken. Die Vorderbeine sind bei den Gattungen Schuppenthier *(Manis)* und Dreizackschuppenthier *(Triglochinopholis)* nur an der Wurzel ihrer Aussenseite, bei den Gattungen Spitzschwanzschuppenthier *(Pholidotus)* und Breitschwanzschuppenthier *(Phatages)* aber der ganzen Länge nach auf derselben beschuppt, während der übrige Theil derselben dicht mit kurzen steifen Borstenhaaren besetzt ist, welche bei den beiden erstgenannten Gattungen die Kralle der Innenzehe fast völlig überdecken. An den Hinterbeinen dagegen reicht die Beschuppung längs der ganzen Vorder- und Aussenseite bis zu den Zehen herab, so dass diese nur durch die Krallen unterschieden sind. Das Gesicht und die Kehle sind mehr oder weniger kahl, die Brust und der Bauch, so wie auch die Innenseite der Hinterbeine mit ziemlich spärlich vertheilten Borstenhaaren besetzt, welche jedoch in Folge der Abreibung bisweilen auch gänzlich fehlen. Zwischen den einzelnen Schuppen treten bei mehreren Arten einige Borstenhaare hervor. Die Sohlen sind dick, hart, schwielig und kahl, und bieten vorzüglich an den Hinterfüssen stark erhabene Ballen dar, an deren oberen Rand sich die Krallen schliessen, daher dieselben beim Gehen auch kaum den Boden berühren und vor Abnützung geschützt sind. Von

Zitzen ist nur ein einziges Paar vorhanden, das auf der Brust unterhalb der Achseln liegt.

Die Schuppenthiere sind über einen sehr grossen Theil von Süd-Asien mit Einschluss des indischen Archipels und fast über ganz Afrika mit Ausnahme des nördlichen und südlichsten Theiles verbreitet.

Sie halten sich vorzugsweise in gebirgigen Gegenden und fast immer nur in Wäldern auf, wo sie einzeln in tiefen, selbstgegrabenen Höhlen wohnen, von welchen ein nicht besonders langer Gang nach Aussen führt.

Ihre Lebensweise ist durchgehends eine mehr nächtliche, da sie ihre unterirdischen Höhlen weit häufiger zur Nachtzeit, als bei Tage verlassen.

Sie nehmen nur thierische Nahrung zu sich und dieselbe besteht hauptsächlich in Ameisen und Termiten oder deren Puppen, doch verschmähen sie in Ermangelung derselben auch Käfer, Heuschrecken und andere Insecten, so wie auch die in der Erde lebenden Larven derselben und selbst Würmer nicht.

Mittelst ihrer scharfen Krallen scharren sie die Ameisen- und Termitenhaufen auf und durchwühlen auch den Boden, um mittelst ihrer sehr weit ausstreckbaren klebrigen Zunge, die sie in die Löcher derselben stecken oder auch auf die Wege hinlegen, auf welchen sich die Züge dieser aus ihren Bauen verscheuchten Thiere bewegen, eine sehr beträchtliche Menge derselben aufzulesen und auf einmal in den Mund zu bringen. In gleicher Weise holen sie sich auch die Insecten aus den Felsenritzen oder den Spalten der Bäume. Wasser ist ihnen Bedürfniss um ihre Zunge mit demselben zu benetzen, und häufig lecken sie auch die Thautropfen von den Pflanzen ab.

Ihre Bewegungen gehen nur langsam vor sich, besonders aber auf ebenem Boden, wo sie in halbaufgerichteter Stellung nur auf den Hinterbeinen einhergehen und hierbei mit ganzer Sohle auftreten, während sie den Körper wagrecht nach vorwärts beugen oder zuweilen auch beinahe senkrecht in die Höhe richten, den Kopf nach abwärts senken, die Vorderbeine mit nach einwärts geschlagenen Krallen nach abwärts hängen lassen und den Schwanz von sich strecken oder auch an der Spitze krümmen, ohne jedoch mit demselben den Boden zu berühren,

um auf diese Weise das Gleichgewicht zu erhalten. Nur selten unterbrechen sie diesen schwerfälligen und mühevollen Gang durch einige raschere Sprünge, und nur beim ruhigen Stehen stützen sie ihren Körper auf den Hintertheil des Schwanzes. Rascher bewegen sie sich dagegen beim Klettern und bisweilen ersteigen sie sogar selbst höhere Bäume. Hierbei klammern sie sich nur mit den Krallen ihrer Hinterfüsse an den Baumstämmen fest und schliessen die Unterseite ihres Schwanzes dicht an dieselben an, wobei sie zugleich den Leib weit nach rückwärts beugen und die Vorderbeine an die Brust anziehen. Um auszuruhen oder zu schlafen, verbergen sie sich nicht selten auch in Baumspalten oder unter Baumwurzeln und rollen dabei den Körper zusammen, während sie den Kopf mit dem Schwanze überdecken.

Sämmtliche Arten sind vollkommen friedlich und harmlos und keine macht einen Versuch, bei Verfolgung zu entfliehen oder sich zur Wehre zu setzen. Ihr einziges Vertheidigungsmittel besteht darin, dass sie sich zu einer Kugel zusammenrollen und ihre starken scharfrandigen Schuppen nach allen Richtungen hin sträuben.

Eine Stimme fehlt ihnen gänzlich und der einzige Laut, den sie von sich zu geben vermögen, besteht in einem Schnauben.

Ihr Fortpflanzungsvermögen ist nur ein sehr geringes, denn die Weibchen sämmtlicher Arten werfen nie mehr als ein einziges Junges, das schon vollkommen ausgebildet, aber mit weichen Schuppen geboren wird.

An diese allgemeinen Bemerkungen, welche ich voraussenden zu sollen glaubte, reihe ich nun den speciellen Theil dieser Abhandlung an.

Familie der Schuppenthiere (Manes).

Charakter: Der Leib ist mit hornigen Schuppen bedeckt. Die Zunge ist sehr lang und sehr weit ausstreckbar. Die Zehen sind unvollkommen beweglich. Die Zitzen liegen auf der Brust.

1. Gatt.: Schuppenthier (Manis).

Vorder- sowohl als Hinterfüsse sind fünfzehig, die Vorderbeine nur an ihrer Wurzel auf der Aussenseite beschuppt. Die Kralle der Innenzehe ist hinter jene der Aussenzehe zurückgerückt. Der Schwanz ist sehr lang, länger als der Körper, mässig breit, gegen das Ende zu allmählig verschmälert und zugespitzt. Die Schuppen sind an ihrem hinteren Rande einspitzig, die Rückenschuppen in 11 Längsreihen gestellt.

1. Das langschwänzige Schuppenthier *(Manis longicaudata)*.

M. squamis dorsalibus rhombeis elongatis subangustis, in margine postica unicuspidatis, sulcis profundis fere parallelis longis a basi versus apicem usque protractis percursis, per 11 series longitudinales dispositis, serie intermedia non ad caudae apicem usque producta e 65—67 squamis composita; lateralibus lanceolatis eximie carinatis, caudalibus dorsalibus latioribus, supra leviter, infra valde carinatis; auriculis minimis perparum prosilientibus; cauda basi lata, apicem versus angustato-acuminata longissima, corpore fere duplo aut ultra duplum longiore; corpore obscure nigrescente-fusco in rufescentem vergente, squamis flavido-limbatis.

Lacertus peregrinus squamosus. Clusius. Exot. p. 374. c. fig.
Lacerta indica Juannae congener. Aldrov. Quadrup. digit. ouipar. p. 668. fig. 667.
Lézard de Clusius. Perrault. Hist. nat. des anim. V. III. p. 89.
Lacertus peregrinus squamosus. Olear. Gottdorfische Kunstkammer S. 7. t. 7. f. 1.
Scaly-Lizard. Grew. Mus. reg. societ. p. 46.
Lacertus peregrinus squamosus Clusii. Rajus. Synops. quadrup. p. 274.
Phatagen. Hist. de l'Acad. des Sc. 1703. p. 39.
Kquoggelo. Barbot. Descript. of the Coast of North and South-Guinea. Churchill's Collect. of voyages and travels. II. p. 114.
Lacertus indicus squamis undique munitus et armatus. Mus. Besler. p. 39. t. 11.

Quogelo. Des Marchais. Voyage en Guinée. T. I. p. 179.
Manis manibus pentadactylis, palmis pentadactylis. Linné. Syst. Nat. Edit. VI. p. 8. Nr. 1.
Manis. Hill. Hist. anim. p. 533. c. fig.
Pholidotus longicaudatus. Brisson. Règne anim. p. 31. Nr. 2.
Manis tetradactyla. Linné. Syst. Nat. Edit. X. T. I. p. 36. Nr. 2.
Quoggelo. Dict. des anim. V. III. p. 646.
Viervingerig Schubdier. Houtt. Nat. hist. V. I. p. 496.
Das mit Schuppen gepanzerte Thier, Manis oder Armodillus genannt. Wagner. Beschreib. d. Bareuther Naturaliencab. (1763.) S. 4. t. 14, 15.
Phatagin. Buffon. Hist. nat. d. Quadrup. V. X. p. 180. t. 35.
Manis tetradactyla. Linné. Syst. Nat. Edit. XII. T. I. P. p. 53. Nr. 2.
Quoggelo. Bomare. Dict. d'hist. nat. T. III. p. 697.
Long-tailed manis. Pennant. Synops. Quadrup. p. 328. Nr. 258.
Vierfingeriges Schuppenthier. Müller. Natursyst. B. I. S. 187.
Fatagino. Alessandri. Anim. quadrup. V. III. t. 123.
Manis tetradactyla. Schreber. Säugth. B. II. S. 211. Nr. 2. t. 70.
Manis macroura. Erxleb. Syst. regn. anim. P. I. p. 101. Nr. 2.
" " Zimmerm. Geogr. Gesch. d. Mensch. u. d. Thiere. B. II. S. 403. Nr. 347.
Long-tailed Manis. Pennant. Hist. of Quadrup. V. II. p. 506. Nr. 367.
Manis Phatagus. Boddaert. Elench. anim. V. I. p. 74. Nr. 2.
Manis tetradactyla. Gmelin. Linné Syst. Nat. T. I. P. I. p. 54. Nr. 2.
Four-toed Manis. Shaw. Nat. Miscell. t. 36.
Manis tetradactyla. Cuv. Tabl. élém. d'hist. nat. p. 143.
Manis longicaudata. Shaw. Gen. Zool. V. I. P. I. p. 180. t. 55.
" " Geoffr. Catal. des Mammif. du Mus. p. 214.
Manis tetradactyla. Illiger. Prodrom. p. 113.
Manis africana. Desmar. Nouv. Dict. d'hist. nat. V. XXIV. p. 458. Nr. 1.
Pangolin à longue queue. Cuv. Régne anim. Edit. I. V. I. p. 224.
Manis africana. Desmar. Mammal. p. 376. Nr. 595.
Encycl méth. t. 26. f. 2.
Manis africana. Desmar. Dict. des Sc. nat. V. XXXVII. p. 330.
Pangolinus. Rafin. Ann. gén. des Sc. phys. V. VII. p. 215.

Pangolin d'Afrique. Cuv. Recherch. sur les Ossem. foss. V. V. P. I. p. 98.
Manis africana. Lesson. Dict. class. V. XIII. p. 14.
Manis longicaudata. Griffith. Anim. Kingd. V. V. p. 727. Nr. 2.
Pangolin à longue queue. Cuv. Règne anim. Edit. II. V. I. p. 233.
Manis tetradactyla. Fisch. Synops. Mammal. p. 399, 605. Nr. 2.
„ „ Wagler. Syst. d. Amphib. S. 36.
Manis longicaudata. Sundev. Vetensk. Akad. Handl. 1842. p. 251.
Manis tetradactyla. Gray. Mammal. of the Brit. Mus. p. 188.
Manis longicaudata. Wagn. Schreber Säugth. Suppl. B. IV. Abth. I. S. 215. Nr. 1.
„ „ Focillon. Revue zool. 1850.
„ „ Rapp. Edentat. S. 10.
Manis tetradactyla. Turner. Proceed. of the Zool. Soc. with Illustr. 1851. p. 220.
Manis longicaudata. Temminck. Esquiss. zool. sur la côte de Guiné. p. 177.
„ „ Wagn. Schreber Säugth. Suppl. B. V. t. 796.
Manis macrura. Giebel. Säugeth. S. 402.
Manis longicaudata. Fitz. Naturg. d. Säugeth. B. II. S. 453. f. 155.
Manis longicauda. Gray. Proceed. of the Zool. Soc. with Illustr. 1865. p. 363. Nr. 1.
„ „ Gray. Catal. of Carniv. Pachyd. and Edent. Mammal. in the Brit. Mus. p. 367. Nr. 1.

Diese höchst ausgezeichnete Form, welche wir schon im Jahre 1605 durch Clusius zuerst kennen gelernt haben, der uns auch eine Abbildung von derselben mittheilte, kann als der Repräsentant nicht nur dieser Gattung, sondern auch der ganzen Familie betrachtet werden.

Sie zeichnet sich von allen dieser Familie angehörigen Arten durch die ausserordentliche Länge ihres Schwanzes aus, welche der doppelten Körperlänge beinahe völlig gleichkommt oder dieselbe noch etwas übertrifft, wurde aber von den Zoologen bis in die neuere und selbst neueste Zeit mit einigen ihr nahe verwandten Formen vermengt.

Nach den in den europäischen Sammlungen aufbewahrten Exemplaren steht sie bezüglich ihrer Körpergrösse dem sene-

galischen Schuppenthier *(Manis senegalensis)* nur sehr wenig nach und kommt hierin mit dem sumatranischen Spitzschwanzschuppenthiere *(Pholidotus asper)* überein, wornach sie zu den grösseren Formen in der Familie gehören würde, aber die kleinste in ihrer Gattung wäre; doch soll sie — wie von einigen älteren Reisenden behauptet wird, — eine weit beträchtlichere Grösse erreichen.

Der Kopf ist verhältnissmässig ziemlich kurz, schmal und kegelförmig, die Schnauze gestreckt, nach vorne zu verdünnt und zugespitzt, und an ihrem Ende abgestutzt. Die Nase ist vorstehend und der Oberkiefer ragt über den Unterkiefer hervor. Die Ohrmuschel ist nur durch einen sehr schwachen Hautrand angedeutet. Der Leib ist stark gestreckt und nur von mässiger Dicke und die Oberseite desselben ist ziemlich stark gewölbt. Der Bauch ist schmal. Der Schwanz ist sehr lang, fast doppelt so lang als der Körper oder auch noch etwas darüber, an der Wurzel breit und von gleicher Dicke wie der Rumpf, von da an aber gegen das Ende zu verschmälert und zugespitzt, und seiner ganzen Länge nach flachgedrückt und schlaff.

Die Rückenschuppen sind in 11 Längsreihen gestellt und die mittlere Reihe derselben, welche am Kopfe aus 9, am Rumpfe aus 14 und am Schwanze aus 42—44 Schuppen, zusammen daher aus 65—67 besteht, reicht nicht ganz bis an das Ende des Schwanzes, da sie schon ungefähr 1 Zoll von der Schwanzspitze entfernt endet.

Die Rückenschuppen sind gross, ziemlich schmal, von länglich rautenförmiger Gestalt, mit ihrem freien Rande nicht der Quere nach gestellt, an demselben abgerundet, und in der Mitte in eine einfache Spitze ausgezogen. Zwei besonders grosse Schuppen befinden sich hinter den Schultern. Sämmtliche Rückenschuppen bieten auf ihrer Oberseite ziemlich lange, tiefe, beinahe parallel aneinander gereihte Streifen dar, welche schon von der Wurzel an ausgehen, sich aber nicht bis an das Ende der Schuppen erstrecken. Die Schuppen der Leibesseiten und der Hinterbeine sind von lanzettförmiger Gestalt und mit einem starken Längskiele versehen. Die Schuppen der Ober- und Unterseite des Schwanzes sind breiter als die Rückenschuppen, mit ihrem freien Ende etwas der Quere nach gestellt, und die der Oberseite

schwächer, jene der Unterseite aber stärker gekielt. Die Randschuppen des Schwanzes sind von hohlziegelähnlicher Gestalt.

Die Krallen sind sehr gross, stark gekrümmt, etwas zusammengedrückt, zugeschärft und spitz, jene der Vorderfüsse aber grösser als die der Hinterfüsse. An den Vorderfüssen ist die Mittelkralle die längste und noch einmal so lang als die der zweiten Zehe. Die Kralle der vierten Zehe ist etwas länger, jene der fünften oder Aussenzehe aber etwas kürzer als die der zweiten Zehe, und die Kralle der Innenzehe, welche die kürzeste unter allen ist, ist sehr weit zurückgestellt. An den Hinterfüssen sind die drei mittleren Krallen nur wenig an Länge von einander verschieden und die Mittelkralle ist nicht kleiner als jene der zweiten Vorderzehe. Die Kralle der Innenzehe ist nur wenig kürzer als die der Aussenzehe.

Das Gesicht und die Unterseite des Leibes sind mit dünnstehenden, steifen, borstigen Haaren bekleidet, doch treten zwischen den einzelnen Schuppen auf der Oberseite durchaus keine Borstenhaare hervor.

Die Färbung der Schuppen ist dunkel schwärzlichbraun, etwas in's Röthliche ziehend, wobei die einzelnen Schuppen am Grunde scharzbraun und an den Rändern gelblich gesäumt sind. Die Borstenhaare des Gesichtes, der Unterseite des Leibes und der Beine sind dunkel schwarzbraun.

Gesammtlänge	4′ 6″ 6‴.	Nach Erxleben.
Körperlänge	1′ 2″ 6‴.	
Länge des Schwanzes . . .	3′ 4″.	
Gesammtlänge ungefähr . .	3′.	Nach Sundevall.
Körperlänge	1′ 2″—1′ 3″.	
Länge des Schwanzes fast .	2′ 4″—2′ 6″.	
Gesammtlänge	2′ 11″.	Nach Gray.
Körperlänge	11″.	
Länge des Schwanzes . . .	2′.	

In den von Erxleben gegebenen Ausmassen ist offenbar die Länge des Schwanzes viel zu hoch angegeben, da hiernach dessen Länge jene des Körpers um 2′ 1″ 6‴ übersteigen würde, was durchaus nicht der Fall ist.

Vaterland. West-Afrika, Guinea, wo diese Art im Reiche Gaboon an der Sklavenküste vorkommt.

Exemplare dieser Art befinden sich im Britischen Museum zu London.

2. Das guineische Schuppenthier *(Manis guineensis)*.

M. longicaudatae simillima, ast cauda multo breviore, corpore circiter sesquilongiore.

Manis longicaudata. Sundev. Vetensk. Akad. Handl. 1842 p. 251.
„ „ Wagn. Schreber Säugth. Suppl. B. IV. Abth. I. S. 216. Note 12.
„ „ Fitz. Naturg. d. Säugeth. B. II. S. 453.

Eine mit dem langschwänzigen Schuppenthiere *(Manis longicaudata)* ausserordentlich nahe verwandte, sicher aber specifisch von derselben verschiedene Form, auf welche Sundevall zuerst aufmerksam gemacht, die er aber nicht als besondere Art von diesem getrennt hat, da sie mit Ausnahme des beträchtlich kürzeren Schwanzes, in allen übrigen Merkmalen mit der genannten Art beinahe vollständig übereinkommt.

Ihre Körpergestalt ist nahezu dieselbe und ebenso ihre Grösse, die nur unbedeutend beträchtlicher zu sein scheint, wornach sie die grösste Form in der Gattung wäre. Aber auch in der Form, Beschaffenheit und Vertheilung der Schuppen besteht zwischen diesen beiden Arten durchaus kein deutlich hervortretender Unterschied.

Die Rückenschuppen sind auch bei dieser Form in 11 Längsreihen vertheilt und die mittlere Reihe, welche nicht ganz bis an die Spitze des Schwanzes reicht, enthält am Kopfe 9, am Rumpfe 14 und am Schwanze 42—44 Schuppen, im Ganzen daher 65—67, genau so viele wie bei der genannten, ihr zunächst verwandten Art.

Dagegen ist der Schwanz beträchtlich kürzer, indem seine Länge nur ungefähr $1\frac{1}{2}$ Körperlänge beträgt, während er beim langschwänzigen Schuppenthiere *(Manis longicaudata)* mehr oder fast noch einmal so lang als der Körper ist.

Dieses Merkmal allein genügt, in beiden Formen zwei verschiedene Arten zu erkennen.

Gesammtlänge . . . . 3′ 3″.
Körperlänge . . . . 1′ 4″ 6‴.
Länge des Schwanzes . . . . 1′ 10″ 6‴.

Vaterland. West-Afrika, Guinea.

3. Das senegalische Schuppenthier (*Manis senegalensis*).

M. longicaudatae similis, ast serie squamarum dorsalium intermedia e 34 squamis composita, caudaque multo breviore, corpore 1/4 vel fere 1/3 longiore.

Manis africana. Desmar. Nouv. Dict. d'hist. nat. V. XXIV. p. 458. Nr. 1.
„ „ Desmar. Mammal. p. 376. Nr. 595.
„ „ Desmar. Dict. des Sc. nat. V. XXXVII. p. 330.
Manis tetradactyla. Fisch. Synops. Mammal. p. 399, 605. Nr. 2.
Manis longicaudata. *Var. β?* Sundev. Vetensk. Akad. Handl. 1842. p. 251. β.
Manis tetradactyla. Gray. Mammal. of the Brit. Mus. p. 188.
Manis longicaudata. Wagn. Schreber Säugth. Suppl. B. IV. Abth. I. S. 216. Note 12.
„ „ Focillon. Revue zool. 1850.
Manis macrura? Giebel. Säugeth. S. 402. Note 4.
Manis longicauda. Gray. Proceed. of the Zool. Soc. with Illustr. 1865. p. 363. Nr. 1.
„ „ Gray. Catal. of Carniv. Pachyd. and Edent. Mammal. in the Brit. Mus. p. 367. Nr. 1.

Exemplar mit verstümmelten Krallen.

Manis Ceonyx. Rafin. Ann. gén. des Sc. phys. V. VII. p. 215. Nr. 3.
„ „ Fisch. Synops. Mammal. p. 400. Nr. 2*.
Manis longicaudata. Sundev. Vetensk. Akad. Handl. 1842. p. 251.
Manis tetradactyla. Gray. Mammal. of the Brit. Mus. p. 188.
Manis longicaudata. Wagn. Schreber Säugth. Suppl. B. IV. Abth. I. S. 216. Note 12.
Manis macrura. Giebel. Säugeth. S. 402. Note 4.

Desmarest hat dieser Form, welche er mit dem langschwänzigen Schuppenthiere (*Manis longicaudata*) für identisch hielt, zuerst erwähnt und dieselbe auch beschrieben, und bald

darauf theilte uns auch Rafinesque nach einem an den Krallen verstümmelten Exemplare eine Beschreibung von ihr mit.

Wohl mit vollem Rechte hatte letzterer in dieser Form eine selbstständige Art erkannt, die er mit dem Namen „*Manis Ceonyx*" bezeichnete, doch irrte er in der Annahme, dass bei derselben die Krallen gespalten seien, indem das von ihm beschriebene Exemplar — wie Sundevall sehr richtig bemerkte — aller Wahrscheinlichkeit nach die Krallen verloren hatte und Rafinesque die gespaltenen Nagelglieder irrigerweise für die Krallen des Thieres ansah. Fischer war der einzige unter den Zoologen, welcher die von Rafinesque beschriebene Form für eine besondere Art betrachtete, während alle übrigen sie mit dem langschwänzigen Schuppenthiere (*Manis longicaudata*) für identisch hielten.

Sundevall hob zuerst die Unterschiede hervor, welche zwischen der von Desmarest beschriebenen Form — zu welcher höchst wahrscheinlich auch die von Rafinesque beschriebene gehört — und dem langschwänzigen Schuppenthiere (*Manis longicaudata*) bestehen, wagte es aber nicht, sie als eine besondere Art zu trennen und führte sie blos als eine Varietät derselben an. Der viel kürzere Schwanz und die weit geringere Zahl der Schuppen in der Mittelreihe des Rückens sind indess Merkmale, welche die specifische Verschiedenheit dieser beiden Formen von einander hinreichend beweisen.

In Ansehung der Körpergrösse kommt sie beinahe völlig mit dem guineischen (*Manis guineensis*) und langschwänzigen Schuppenthiere (*Manis longicaudata*) überein, da sie kaum etwas kleiner als das erstere und nur sehr wenig grösser als das letztere, sonach eine grössere Form in der Familie und eine mittelgrosse in der Gattung ist.

Auch in der Körperform im Allgemeinen besteht zwischen diesen beiden Arten kaum ein bemerkbarer Unterschied.

Der Schwanz ist aber nur um $^1/_4$ oder fast nur $^1/_3$ länger als der Körper.

Die Rückenschuppen sind in 11 Längsreihen vertheilt und die mittlere Reihe derselben, welche gleichfalls nicht ganz bis an das Ende des Schwanzes reicht, sondern schon in einiger Entfernung vor demselben aufhört, enthält nur 34 Schuppen.

Die Färbung ist dunkel schwärzlichbraun, die Krallen sind weisslich-hornfarben.

Gesammtlänge	3'.	Nach Rafinesque.
Körperlänge	1'.4''.	
Länge des Schwanzes . . .	1' 8''.	
Gesammtlänge	2' 9''.	Nach Desmarest.
Körperlänge	1' 2''.	
Länge des Schwanzes . . .	1' 7''.	

Vaterland. West-Afrika, Senegambien und der Angabe Rafinesque's zufolge auch Guinea.

Das naturhistorische Museum zu Paris dürfte bis jetzt das einzige in Europa sein, das sich im Besitze dieser Art befindet.

2. Gatt.: Dreizackschuppenthier (Triglochinopholis).

Vorder- sowohl als Hinterfüsse sind fünfzehig, die Vorderbeine nur an ihrer Wurzel auf der Aussenseite beschuppt. Die Kralle der Innenzehe ist hinter jene der Aussenzehe zurückgerückt. Der Schwanz ist sehr lang, länger als der Körper, mässig breit, gegen das Ende zu allmählig verschmälert und zugespitzt. Die Schuppen sind an ihrem hinteren Rande dreispitzig, die Rückenschuppen in 19, 21 oder 23 Längsreihen gestellt.

1. Das schmalschnauzige Dreizackschuppenthier *(Triglochinopholis tricuspis)*.

T. rostro apicem versus valde angustato; squamis dorsalibus rhombeis elongatis, plurimis in margine postica tricuspidatis, per 19 vel 21 series longitudinales dispositis, serie intermedia non ad caudae apicem usque producta e 56—58 squamis composita; auriculis fere nullis; cauda basi subangusta apicem versus attenuato-acuminata longissima, corpore plusquam sesquilongiore; corpore squamis pallide ex flavescente griseo-fuscis vel corneis, pilis faciei et abdominis nigro-cinereis, antipedum nigris.

Jeune Phatagin. Daubent. Buffon. Hist. nat. d. Quadrup. V. X. p. 193. t. 36. f. 4. (Schuppe.)

Manis tricuspis. Rafin. Ann. gén. des Sc. phys. V. VII. p. 215. Nr. 2.

Manis tetradactyla. Fisch. Synops. Mammal. p. 399, 605. Nr. 2.
Manis tetradactylus. Thompson. Proceed. of the Zool. Soc. V. II. (1834.) p. 98.
Manis tricuspis. Sundev. Vetensk. Akad. Handl. 1842. p. 252.
Manis multiscutata Gray. Proceed. of the Zool. Soc. 1843. p. 22.
Manis tetradactyla. Gray. Mammal. of the Brit. Mus. p. 188.
Manis multiscutata. Gray. Mammal. of the Brit. Mus. p. 188.
„ „ Gray. Ann. of Nat. Hist. V. XIII. (1843.) p. 70.
Manis longicaudata? Wagn. Schreber Säugth. Suppl. B. IV. Abth. I. S. 215. Nr. 1.
Manis tricuspis. Wagner. Schreber Säugth. Suppl. B. IV. Abth. I. S. 217. Nr. 2.
Manis tricuspis. Focillon. Revue zool. 1850.
„ „ Rapp. Edentat.
„ „ Temminck. Esquiss. zool. sur la côte de Guiné. p. 177.
„ „ Wagn. Schreber Säugth. Suppl. B. V. S. 180, 797. Nr. 1.
„ „ Giebel. Säugeth. S. 403.
„ „ Gray. Proceed. of the Zool. Soc. with Illustr. 1865. p. 363. Nr. 2.
„ „ Gray. Catal. of Carniv. Pachyd. and Edent. Mammal. in the Brit. Mus. p. 368. Nr. 2. f. 43. p. 369. (Schädel.)

Schon Daubenton hat diese Form gekannt, dieselbe aber nur für das junge Thier des langschwänzigen Schuppenthieres *(Manis longicaudata)* gehalten und uns auch die Abbildung einer Schuppe von demselben gegeben.

Erst im Jahre 1821 erhielten wir durch Rafinesque genauere Kenntniss von derselben, indem er sie unter dem Namen „*Manis tricuspis*“ als eine selbstständige Art beschrieb.

Fischer und Thompson hielten sie gleichfalls mit dem langschwänzigen Schuppenthiere *(Manis longicaudata)* für identisch und auch Gray und Wagner vermengten sie Anfangs zum Theile mit dieser Art, obgleich sie von beiden — so wie auch schon früher von Sundevall — für eine selbstständige Art angesehen wurde, die ersterer mit dem Namen „*Manis multi-*

scutata", letzterer mit der Benennung „*Manis tricuspis*" bezeichnete. Von beiden wurde sie aber, so wie auch von allen späteren Zoologen mit Ausnahme von Rapp, mit dem breitschnauzigen Dreizackschuppenthiere *(Triglochinopholis multiscutata)* vermengt, und nur dieser hat sie von der eben genannten Form specifisch geschieden.

In der Körperform im Allgemeinen, so wie auch in der Grösse kommt sie mit derselben fast vollständig überein und unterscheidet sich von ihr nur durch den etwas längeren Schwanz, die Ungleichförmigkeit in der Schuppenbildung und den auffallend schmäleren Schädel.

Der Kopf ist kegelförmig, die Schnauze gestreckt und nach vorne zu stark verschmälert. Die Nasenlöcher sind seitlich gestellt und mit einem ziemlich stark entwickelten Lappen besetzt. Die Ohrenmuschel fehlt beinahe gänzlich. Der Leib ist gestreckt und ziemlich schlank. Der Schwanz ist sehr lang, mehr als $1^1/_2$mal so lang als der Körper, flachgedrückt, von seiner Wurzel an deutlich vom Leibe geschieden, gegen das Ende zu allmählig verschmälert und zugespitzt.

Die Rückenschuppen sind in 19 oder 21 Längsreihen gestellt und die mittlere Reihe derselben, welche nicht ganz bis an das Schwanzende reicht, sondern schon 1 Zoll von der Spitze entfernt endigt, enthält am Rumpfe 18—20 und am Schwanze 38 Schuppen, im Ganzen daher 56—58.

Die Form so wie auch die Lage der Schuppen ist ungefähr dieselbe wie beim langschwänzigen Schuppenthiere *(Manis longicaudata)*, doch sind dieselben dünner.

Die Schuppen sind länglich, auf $^2/_3$ ihrer Länge an den Seiten verengt, dann zusammengezogen mit mehr concaven Seiten und an der Spitze jederseits mit einer tiefen Auskerbung versehen, wodurch drei mehr oder weniger deutliche Vorsprünge gebildet werden, von denen der mittlere der längste ist, so dass sie am gleichsam wie abgestutzten freien Rande beinahe dreizackig erscheinen; doch ist diese Dreizackform nicht allen Schuppen eigen.

Der hintere Theil der Schnauze ist mit drei Reihen von Schuppenschildern besetzt, welche vor der Stirne ungefähr in der

Mitte zwischen der Schnauzenspitze und den Augen beginnen; der vordere Theil derselben ist kahl und glatt.

Die Mittelkralle der Vorderfüsse ist die grösste, die vierte merklich kleiner als dieselbe, die zweite und fünfte noch etwas kleiner als die vierte und die Innenzehe am kleinsten. An den Hinterfüssen ist die Kralle der Mittelzehe ebenfalls die grösste und zwar noch etwas grösser als die am Vorderfusse. Hieran reihen sich die der vierten, zweiten und fünften Zehe an und zuletzt jene der Innenzehe, welche die kleinste unter allen ist.

Zwischen den einzelnen Schuppen sind keine Borstenhaare eingemengt. Die Wangen, die Augenbogen und die Unterseite des Leibes sind mit sehr kurzen steifen, zerstreut stehenden Haaren besetzt.

Die Färbung der Schuppen ist blass gelblich-graubraun oder hornfarben. Die Haare des Gesichtes und der Unterseite des Leibes sind schwarzgrau, jene an den Vorderfüssen schwarz.

Gesammtlänge über	2′ 6″.	Nach Sundevall.
Körperlänge	1′.	
Länge des Schwanzes über	1′ 6″.	
Gesammtlänge eines jungen Thieres	10″.	Nach Thompson.

Der Schädel ist schmäler als beim breitschnauzigen Dreizackschuppenthiere *(Triglochinopholis multiscutata)*, kleiner, mehr kegelförmig und dickknochig, und die Knochennähte treten viel weniger deutlich hervor. Der Schnauzentheil ist schmäler und schärfer vom Hirntheile abgegrenzt und seine Länge vom vorderen Rande der Augenhöhlen bis zur Spitze beträgt viel mehr als die Hälfte der Länge des Hirntheiles.

Vaterland. West-Afrika, Guinea und insbesondere die Küste Sierra Leone, von woher Thompson das von ihm beschriebene Exemplar erhielt.

Das Brittische Museum zu London und die zoologischen Museen zu Wien, Leyden, Stockholm und Kopenhagen sind im Besitze dieser Art.



2. **Das breitschnauzige Dreizackschuppenthier** (*Triglochinopholis multiscutata*).

T. tricuspidi simillima, ast rostro apicem versus latiore, squamis dorsalibus omnibus in margine postica tricuspidatis, per 21 vel 23 series longitudinales dispositis; cauda longissima corpore sesquilongiore; corpore squamis ex rufescente flavido-fuscis.

Manis multiscutata. Gray. Proceed. of the Zool. Soc. 1843. p. 22.
" " Fraser. Proceed. of the Zool. Soc. 1843.
" " Gray. Mammal of the Brit. Mus. p. 188.
" " Gray. Ann. of Nat. Hist. V. XIII. (1843.) p. 70.
" " Fraser. Ann. of Nat. Hist. V. XIII (1843.) p. 227.
Manis tricuspis? Wagn. Troschel's Arch. B. XI. (1845.) Th. II. S. 37.
Manis multiscutata. Fraser. Zool. typica. Mammal. p. 15. t. 21.
Manis tricuspis. Focillon. Revue zool. 1850.
Manis multiscutata. Rapp. Edentat.
Manis tricuspis. Temminck. Esquiss. zool. sur la côte de Guiné. p. 177.
" " Wagn. Schreber Säugth. Suppl. B. V. S. 180, 796. Nr. 1.
" " Giebel. Säugeth. S. 403.
" " Gray. Proceed. of the Zool. Soc. with Illustr. 1865. p. 363. Nr. 2.
" " ? Fitz. Heugl. Säugeth. Nordost-Afr. (Sitzungsber. d. math. naturw. Cl. d. kais. Akad. d. Wiss. B. LIV). S. 45.
" " Gray. Catal. of Carniv. Pachyd. and Edent. Mammal. in the Brit. Mus. p. 368. Nr. 2. f. 42. p. 369. (Schädel.)

Gray hat diese Form, welche mit dem schmalschnauzigen Dreizackschuppenthiere (*Triglochinopholis tricuspis*) in sehr naher Verwandtschaft steht und von ihm mit diesem auch für eine und dieselbe Art gehalten wurde, zuerst beschrieben und mit dem Namen „*Manis multiscutata*“ bezeichnet, und fast zu gleicher

Zeit wurde sie auch von Fraser unter eben diesem Namen beschrieben und einige Jahre später abgebildet.

Wagner sprach gleichfalls die Vermuthung aus, dass sie mit der oben genannten Art zusammenfallen könne, und Focillon, so wie alle seine Nachfolger, mit Ausnahme von Rapp, der sie für verschieden hält, vereinigten beide Formen in eine Art.

Der verhältnissmässig etwas kürzere Schwanz, die breitere Schnauze, die Gleichförmigkeit in der Bildung sämmtlicher Körperschuppen und vollends die beträchtliche Verschiedenheit in der Form des Schädels, sind jedoch Anhaltspunkte, welche ihre specifische Verschiedenheit zu rechtfertigen scheinen.

Sie ist beträchtlich kleiner als das langschwänzige Schuppenthier *(Manis longicaudata)* und auch als das sumatranische Spitzschwanzschuppenthier *(Pholidotus asper)*, da sie nicht ganz von der Grösse des Frett-Iltis *(Putorius Furo)* ist und sonach zu den mittelgrossen Formen in der Familie und den grössten in ihrer Gattung zu zählen.

Die Körperform ist dieselbe wie beim schmalschnauzigen Dreizackschuppenthiere *(Triglochinopholis tricuspis)*.

Der Schwanz ist sehr lang, $1^1/_2$ mal so lang als der Körper, flachgedrückt, an der Wurzel deutlich vom Körper geschieden und nach hinten zu allmählig verdünnt und zugespitzt.

Die Rückenschuppen sind in 21 oder 23 Längsreihen vertheilt und die mittlere Reihe derselben endigt ungefähr 1 Zoll weit von der Spitze des Schwanzes entfernt.

Sämmtliche Schuppen sind an ihrem freien Rande mit drei scharf vorspringenden Spitzen versehen und spitzer als beim langschwänzigen Schuppenthiere *(Manis longicaudata)*.

Zwischen den einzelnen Schuppen treten keine Borstenhaare hervor, dagegen ist die Unterseite des Leibes mit kurzen, zerstreut stehenden steifen borstigen Haaren besetzt.

Die Färbung der Schuppen ist rothgelblichbraun.

Gesammtlänge	2′ 6″.	Nach Fraser.
Körperlänge	1′.	
Länge des Schwanzes	1′ 6″.	

Der Schädel ist sehr bauchig, dünnknochig und leicht, und mit deutlichen Knochennähten versehen, der Schnauzentheil

breiter als beim schmalschnauzigen Dreizackschuppenthiere *(Triglochinopholis tricuspis)* und weniger deutlich vom Hirntheile geschieden.

Vaterland. West-Afrika, Guinea, wo diese Art sowohl auf dem Festlande, — von wo das Britische Museum zu London ein Exemplar derselben erhielt — als auch auf der Insel Fernando Po — wo sie von Fraser angetroffen wurde — vorkommt.

Höchst wahrscheinlich ist diese Art aber ziemlich weit gegen Osten hin verbreitet und kommt auch noch am Bahr-el-abiad im Sudan vor, wie aus den Nachrichten hervorzugehen scheint, welche Heuglin von den Eingebornen über ein daselbst vorkommendes langschwänziges Schuppenthier erhalten hat.

3. Das Mosambique-Dreizackschuppenthier *(Triglochinopholis tridentata)*.

T. squamis dorsalibus rhombeis elongatis, in margine postica tricuspidatis, longitudinaliter carinatis nec non sulcis parallelis profundis percursis, per 21 series longitudinales dispositis, serie intermedia non ad caudae apicem usque producta e 30—34 squamis composita; lateralibus angustioribus, caudalibus latioribus versus caudae latera carinatis; auriculis minimis parum prosilientibus; cauda basi subangusta apicem versus attenuato-acuminata longissima, corpore fere $^1/_5$ *longiore; corpore obscure fusco.*

Manis tridentata. Focillon. Revue zool. 1850. p. 472. t. 11.
„ „ Rapp. Edentat. S. 16. t. 2.
„ „ Wagn. Schreber Säugth. Suppl. B. V. S. 181. Nr. 2.
Manis tricuspis? Giebel. Säugeth. S. 403. Note 5.
Manis tricuspis. Gray. Proceed. of the Zool. Soc. with Illustr. 1865. p. 363. Nr. 2.
„ „ Gray. Catal. of Carniv. Pachyd. and Edent. Mammal. in the Brit. Mus. p. 368. Nr. 2.

Unsere Kenntniss von dieser erst in neuerer Zeit bekannt gewordenen Form gründet sich bis jetzt blos auf eine Beschreibung, welche Focillon uns mitgetheilt und durch eine Abbildung

erläutert hat, so wie auch auf eine Beschreibung und Abbildung, die uns Rapp von derselben gegeben.

Mit vollem Rechte betrachten beide diese Form für eine selbstständige Art, eine Ansicht, welcher auch Wagner beigetreten ist, während Giebel die Vermuthung ausspricht, dass sie mit dem schmalschnauzigen Dreizackschuppenthiere *(Triglochinopholis tricuspis)* — zu welchem er auch das breitschnauzige *(Triglochinopholis multiscutata)* zieht, zu einer und derselben Art gehöre und Gray dieselbe mit diesen gerade vereinigt.

Wenn auch nicht geläugnet werden kann, dass sie mit den genannten beiden Formen in sehr naher Verwandtschaft steht, so unterscheidet sie sich doch wesentlich von denselben nicht nur durch die gestrecktere und schmächtigere Form der Schuppen so wie auch durch die Art der Zähnelung und Streifung derselben, sondern auch durch die Verschiedenheiten in den Verhältnissen der einzelnen Körpertheile zu einander und insbesondere durch den verhältnissmässig kürzeren Schwanz.

Bezüglich der Körpergrösse steht sie beiden etwas nach, da sie nur sehr wenig grösser als das afrikanische Spitzschwanzschuppenthier *(Pholidotus Gouyi)* ist, daher zu den kleinsten Formen in der ganzen Familie gehört.

Die Körpergestalt im Allgemeinen ist von jener der beiden erstgenannten Formen kaum verschieden.

Der Kopf ist kegelförmig und verhältnissmässig kurz, und die Ohrmuschel ist nur durch eine Hautfalte angedeutet. Der Leib ist ziemlich gestreckt und schlank. Der Schwanz ist sehr lang, doch beträchtlich kürzer als bei den beiden anderen Formen dieser Gattung, indem seine Länge jene des Körpers nicht ganz um $1/_5$ übersteigt. Er ist schon von der Wurzel an deutlich vom Rumpfe geschieden, schmal und allmählig gegen die Spitze zu verdünnt.

Die Rückenschuppen liegen in 19—21 Längsreihen, und die mittlere Reihe derselben, welche auf dem Kopfe fast in der Mitte zwischen den Augen und der Schnauzenspitze beginnt, aber nicht regelmässig auf demselben verläuft, endigt ungefähr 1 Zoll von der Spitze des Schwanzes entfernt. Sie enthält am Kopfe 10, am Rumpfe 15—17 und am Schwanze 30—34 Schuppen, zusammen daher 55—61.

Am vorderen Theile des Kopfes sind die Schuppen, welche durchgehends dünn und hornig sind, ziemlich klein, doch nehmen sie nach rückwärts allmählig an Grösse zu, bis sie endlich auf dem Rücken ihren grössten Umfang erlangen und daselbst von der Wurzel bis zur Spitze eine Länge von ungefähr 1 Zoll 5½ Linien erreichen, während ihre Breite an der Basis ungefähr 9 Linien und am freien Rande 3½—4 Linien beträgt. In ihrer Mitte bieten dieselben einen Längskiel dar, der am freien Rande in eine sehr feine, an beiden Seiten mehr oder weniger ausgerandete Spitze ausläuft, wodurch drei Spitzen gebildet werden. An diesen Kiel reihen sich sehr tiefe, parallel gestellte Längsstreifen an, deren Zahl jedoch je nach der Grösse der Schuppen an den einzelnen Körperstellen verschieden ist und von 10 bis zu 28 oder 30 sich vermehrt.

Auf dem Rücken, wo die Schuppen am grössten sind und auf ihrer Oberseite etwas ausgehöhlt erscheinen, bildet der Kiel eine flache zugeschärfte, sehr weit vorragende Spitze, während die beiden seitlichen minder lang und auch weniger spitz sind. An den Leibesseiten bieten die Schuppen fast dieselbe Form wie am Rücken dar, nur ist ihre Breite etwas geringer. Die Schwanzschuppen dagegen sind weniger gestreckt und breiter, indem sie bei einer Länge von 1'' ⅔'''—1'' 1½''', an der Wurzel eine Breite von 1'' 1½''' und am Rande von 3½'''—4''' zeigen; auch sind die zahnartigen Vorsprünge am freien Rande derselben viel stumpfer und auch kürzer. An den Seiten des Schwanzes sind die Schuppen von einem Längskiele durchzogen und jene der beiden äusseren Reihen falten sich in einem ziemlich spitzen Winkel und gehen auch in eine sehr feine Spitze aus.

Die Vorderbeine sind nur von ihrer Wurzel an bis ungefähr zur Mitte des Vorderarmes, die Hinterbeine aber auf der ganzen Aussenseite bis an den Fuss hinab mit Schuppen besetzt, die auf den Vorderbeinen 4 senkrecht gestellte, auf den Hinterbeinen aber 4 Querreihen bilden und von denen jene der Hinterbeine von starken Längskielen durchzogen sind.

Die Krallen sind verhältnissmässig klein, gekrümmt und ziemlich stark zusammengedrückt. Die Mittelkralle der Vorderfüsse ist die grösste unter allen, die zweite, vierte und fünfte sind ungefähr um die Hälfte kürzer, und die der Innenzehe,

welche viel kürzer als dieselben ist, steht auch mehr als die übrigen zurück. An den Hinterfüssen sind die Krallen schwächer, und die drei mittleren sind fast von gleicher Länge. Die Kralle der Aussenzehe ist etwas kürzer, die der Innenzehe aber sehr kurz.

Die Unterseite des Körpers, die Innenseite der Gliedmassen und der nicht behaarte Theil der Vorderbeine sind mit kurzen, spärlich vertheilten Haaren besetzt.

Die Färbung der Schuppen ist dunkelbraun, jene der Haare lichtbraun.

Zwischen den einzelnen Schuppen treten keine Borstenhaare hervor.

Gesammtlänge . .	1' 8" 11 2/3'''—1' 11" 7 1/2'''. Nach Focillon.
Körperlänge . .	8" 7 1/4'''— 10" 10 2/3'''.
Länge des Kopfes	1" 6 2/3'''— 1" 10'''.
„ d. Rumpfes	7" 1/2'''— 9" 2/3'''.
„ d. Schwanzes	1' 4 1/2'''—1' 8 2/3'''.
Breite d. Schwanzes an d. Wurzel	1" 10''' — 2" 1/2'''.
Entfernung der Augen von der Schnauzenspitze	11 1/3'''— 1" 1 1/2'''.
Entfernung der Ohren von den Augen . . .	8''' — 9'''.
Länge der mittleren Vorderkralle	9'''.
Länge der ersten „	1 2/3'''.
„ der zweiten „	4'''.
„ der vierten „	4 2/3'''.
„ der fünften „	4 1/3'''.
„ d. mittleren Hinterkralle	5 1/2'''.
„ der ersten . „	1 2/3'''.
„ der zweiten „	5'''.
„ der vierten „	5'''.
„ der fünften „	4 1/3'''.

Die Differenzen, welche sich in Bezug auf das Verhältniss der Länge des Schwanzes zu jener des Körpers nach diesen Ausmessungen ergeben, beruhen wohl nur darauf, dass die eine Messung nach der Krümmung, die andere in gerader Richtung vorgenommen wurde.

Vaterland. Südost-Afrika, Mozambique, von wo der Naturalienhändler Gouy in Paris drei Exemplare dieser Form erhielt, nach welchen Focillon seine Beschreibung entworfen und auf dieselben diese Art begründet hatte.

3. Gatt.: Spitzschwanzschuppenthier (Pholidotus).

Vorder- sowohl als Hinterfüsse sind fünfzehig, die Vorderbeine ihrer ganzen Länge nach auf der Aussenseite beschuppt. Die Kralle der Innenzehe ist nicht hinter jene der Aussenzehe zurückgerückt. Der Schwanz ist lang, ebenso lang oder auch kürzer als der Körper, mässig breit, gegen das Ende zu allmählig verschmälert und zugespitzt. Die Schuppen sind an ihrem hinteren Rande zugespitzt oder auch dreieckig abgerundet, die Rückenschuppen in 15, 17 oder 21 Längsreihen gestellt.

1. Das afrikanische Spitzschwanzschuppenthier (*Pholidotus Gouyi*).

Ph. squamis basi latis, setis 4 inter singulas squamas enascentibus intermixtis; dorsalibus obtuse acuminatis ecarinatis striisque 28—30 longitudinalibus parallelis minus confertis percursis, per 21 series longitudinales dispositis, serie intermedia supra rostrum exoriente et ad caudae apicem usque producta in cauda ex 28, in toto e 64 squamis composita; lateralibus in 5 seriebus inferioribus nec non scelidum acute acuminatis carinatis; auriculis minimis parum prosilientibus; cauda basi modice lata, apicem versus attenuato-acuminata longa, corpore fere $^1/_{10}$ breviore, squamis supra in posteriore caudae parte tantum nec non infra carinatis, marginalibus denticulatim prosilientibus; unguiculis podariorum iis maniculorum paullo brevioribus; corpore dilute flavescente-fusco.

Manis Gouyi. Focillon. Revue zool. 1850. p. 513. t. 10.
„ „ Rapp. Edentat. S. 17.

Manis Gouyi. Wagn. Schreber Säugth. Suppl. B. V. S. 183. Nr. 3.

Manis Guy. Giebel. Säugeth. S. 404. Note 6.

Pholidotus javanus. Iun. Gray. Catal. of Carniv. Pachyd. and Edent. Mammal. in the Brit. Mus. p. 370. Nr. 1.

Eine der ausgezeichnetsten Arten in der ganzen Familie, welche den ihr zukommenden Merkmalen zu Folge mit keiner anderen Form verwechselt werden kann.

Focillon hat dieselbe bis jetzt allein nur beschrieben und uns auch eine Abbildung von ihr gegeben, und zwar blos nach einem einzigen, noch nicht vollständig erwachsenen und in Weingeist aufbewahrt gewesenen Exemplare, das er vom Naturalienhändler Gouy in Paris erhalten hatte. Alle Beschreibungen der späteren Zoologen gründen sich auf die von Focillon gegebene Beschreibung. So wie dieser, so haben auch alle seine Nachfolger, mit einziger Ausnahme von Gray, der in dieser Form nur den Jugendzustand des javanischen Spitzschwanzschuppenthieres *(Pholidotus javanicus)* erkennen zu dürfen glaubt, derselben ihre Artberechtigung zuerkannt.

Nach unserer dermaligen Kenntniss stellt sie sich als die kleinste Form in der ganzen Familie dar, indem sie selbst dem Mozambique Dreizackschuppenthiere *(Triglochinopholis tridentata)* noch beträchtlich an Grösse nachsteht.

Das Hauptmerkmal, wodurch sie sich von sämmtlichen Arten ihrer Gattung unterscheidet, besteht in der grösseren Zahl der Längsreihen der Rückenschuppen, worin sie mit den zur Gattung Dreizackschuppenthier *(Triglochinopholis)* gehörigen Formen übereinkommt.

In der Körpergestalt im Allgemeinen reiht sie sich zunächst dem sumatranischen *(Pholidotus asper)* und javanischen Spitzschwanzschuppenthiere *(Pholidotus javanicus)* an.

Der Kopf ist von gestreckt kegelförmiger Gestalt, die Schnauze nicht besonders stark verdünnt. Die Ohrmuschel ist nur wenig entwickelt und bei Weitem nicht so gross wie beim chinesischen Spitzschwanzschuppenthiere *(Pholidotus Dalmanni)*. Der Schwanz ist lang, nur wenig und zwar nicht ganz um $^1/_{10}$

kürzer als der Körper und kaum merklich länger als der Rumpf, deutlich vom Körper abgesetzt, nach hinten zu verschmälert und zugespitzt und an seinen Rändern mit vorspringenden Zacken versehen.

Die Rückenschuppen liegen in 21 Längsreihen und die Mittelreihe derselben beginnt am Vorderrande des Schnauzenpanzers und verläuft vollkommen regelmässig bis an das Ende des Schwanzes. Sie wird am Kopfe aus 11, am Rumpfe aus 25 und am Schwanze aus 28, zusammen daher aus 64 Schuppen gebildet.

Die Zahl der Kopfschuppen ist bedeutend grösser als bei den zunächst verwandten Arten, indem von den Ohren an bis zum vorderen Ende des Schnauzenpanzers 72 Schuppen liegen. Am Kopfe sind die Schuppen klein, doch nehmen sie am Leibe nach hinten zu allmählig an Grösse zu, so dass sie am Kreuze in ihrem freien Theile eine Breite von 1″ 2‴ und eine Länge von $6^1/_2$‴ erreichen.

Die Körperschuppen sind kurz und breit, die Rückenschuppen nicht gekielt und in eine stumpfe Spitze endigend, nicht aber in einen dreieckig abgerundeten Rand wie beim chinesischen Spitzschwanzschuppenthiere *(Pholidotus Dalmanni)*. Auch sind dieselben kürzer und weniger zugespitzt, als beim javanischen Spitzschwanzschuppenthiere *(Pholidotus javanicus)* und von 28—30 parallelen Längsstreifen durchzogen, welche jedoch minder fein und auch nicht so gedrängt gestellt sind als bei der eben genannten Art. Nur die Schuppen der fünf unteren Seitenreihen und jene an den Hinterfüssen sind scharf zugespitzt und gekielt, doch springen die Kiele weit weniger vor als beim sumatranischen Spitzschwanzschuppenthiere *(Pholidotus asper)*. Die Schuppen auf der Oberseite des Schwanzes sind beinahe völlig ungekielt, und im hinteren Theile desselben so wie auf der Unterseite des Schwanzes sind sie von einem Längskiele durchzogen.

Die Krallen sind denen des javanischen Spitzschwanzschuppenthieres *(Pholidotus javanicus)* ziemlich ähnlich gebildet und die der Vorderfüsse sind etwas grösser als jene der Hinterfüsse, doch ist ihr Längenverhältniss durchaus ein anderes als beim chinesischen Spitzschwanzschuppenthiere *(Pholidotus Dalmanni)*.

Zwischen den einzelnen Schuppen des Körpers und des Schwanzes treten an der Wurzel jeder einzelnen Schuppe vier Borstenhaare hervor.

Die Färbung der Schuppen ist licht fahlbraun oder gelblichbraun, ähnlich wie bei der ebengenannten Art und insbesondere bei jungen Thieren derselben.

Gesammtlänge	1′	6″	10‴.	Nach Focillon.
Körperlänge		10″	1¾‴.	
Länge des Kopfes		2″	⅔‴.	
„ des Rumpfes		8″	1¼‴.	
„ des Schwanzes . . .		8″	8¼‴.	
„ der mittleren Vorderkralle		1″	1‴.	
„ der mittleren Hinterkralle			10‴.	

Vaterland. Afrika und wahrscheinlich Südost-Afrika.

2. Das sumatranische Spitzschwanzschuppenthier *(Pholidotus asper).*

Ph. squamis rhombeis elongatis, basi latis, postice rotundato-acuminatis acutis, per omnem longitudinem striatis, hic illic setis singulis intermixtis; dorsalibus per 17 series longitudinales dispositis, serie intermedia in auricularum regione exoriente et ad caudae apicem usque producta in cauda e 32, in toto e 50 squamis composita; lateralibus in 4 seriebus inferioribus brevioribus, carina longitudinali alta valde prosiliente percursis, squamis scelidum eodem modo carinatis; cauda basi modice lata, apicem versus sensim attenuato-acuminata longa, corpori longitudine aequali, squamis marginalibus carinatis, valde denticulatim prosilientibus; unguiculis proportionaliter parvis arcuatis, digitorum podariorum iis maniculorum magnitudine aequalibus, interno et externo exceptis majoribus; unguiculo medio longo, apicem versus attenuato, paullo obtusato; corpore obscure fusco.

Manis 5-dactyla. Pangoling Sisik s. Tangiling, Raffles Linnean Transact. V. XIII. p. 249.

Manis javanica. Desmar. Mammal. p. 377. Nr. 596.

„ „ Desmar. Dict. des Sc. nat V. XXXVII. p. 331.

„ „ Lesson. Dict. class. V. XIII. p. 15.

Manis Javanica. Fisch. Synops. Mammal. p. 400. Nr. 3.
„ „ S. Müller. Verhandel. V. I. p. 37.
Manis aspera. Sundev. Vetensk. Akad. Handl. 1842. p. 253.
Pholidotus asper. Sundev. Vetensk. Akad. Handl. 1842. p. 253.
Manis Javanica. Gray. Mammal. of the Brit. Mus. p. 189.
Manis javanica. Wagn. Schreber Säugth. Suppl. B. IV. Abth. I. S. 218. Nr. 3.
Pholidotus javanicus. Wagn. Schreber Säugth. Suppl. B. IV. Abth. I. S. 218. Nr. 3.
Manis aspera. Wagn. Schreber Säugth. Suppl. B. IV. Abth. I. S. 220. Nr. 4.
Pholidotus asper. Wagn. Schreber. Säugth. Suppl. B. IV. Abth. I. S. 220. Nr. 4.
Manis aspera. Focillon. Revue zool. 1850.
Manis javanica. Rapp. Edentat. S. 16.
Manis javanica. Var.? Giebel. Säugeth. S. 403. Note 6.
Pholidotus javanus. Gray. Proceed. of the Zool. Soc. with Illustr. 1865. p. 366. Nr. 1.
„ „ Gray. Catal. of Carniv. Pachyd. and Edent. Mammal. in the Brit. Mus. p. 370. Nr. 1.

Raffles war es, durch welchen wir zuerst eine Beschreibung von dieser Form erhielten, die mit dem javanischen Spitzschwanzschuppenthiere *(Pholidotus javanicus)* allerdings in sehr naher Verwandtschaft steht und desshalb auch von den allermeisten seiner Nachfolger für identisch mit demselben gehalten wurde.

Erst Sundevall, der beide Formen zu untersuchen und mit einander zu vergleichen Gelegenheit hatte, wies die specifische Verschiedenheit dieser beiden Formen nach, die auch von Wagner und Focillon anerkannt worden ist, obgleich der erstere den Irrthum beging, die von Raffles gegebene Beschreibung auf das javanische Spitzschwanzschuppenthier *(Pholidotus javanicus)* zu beziehen.

Bezüglich der Grösse steht sie der genannten Form beträchtlich und selbst dem chinesischen Spitzschwanzschuppenthiere *(Pholidotus Dalmanni)* merklich nach und kommt hierin mit dem langschwänzigen Schuppenthiere *(Manis longicaudata)* überein,

wornach sie zu den grösseren Formen in der Familie und den mittelgrossen in der Gattung zählt.

Der Kopf ist gestreckt, die Schnauze nur mässig verdünnt. Der Schwanz ist lang, von derselben Länge wie der Körper, an seiner Wurzel deutlich von dem Leibe abgesetzt, allmählig nach hinten zu verdünnt und zugespitzt.

Die Rückenschuppen liegen in 17 Längsreihen und die mittlere Reihe, welche erst von den Ohren oder Augen an beginnt und sich bis an das Ende des Schwanzes erstreckt, enthält am Kopfe ungefähr 12, am Rumpfe 23 und am Schwanze 32 Schuppen, zusammen daher 67. Auf der Oberseite des Kopfes reicht die Beschuppung kaum über den Mundwinkel hinaus und die Zahl der Schuppen beträgt am Vordertheile des Kopfes zwischen den Ohren und dem vorderen Rande des Schnauzenpanzers, ungefähr 50.

Die Schuppen sind von länglich-rautenförmiger Gestalt, an der Wurzel breit, am freien Rande abgerundet und in eine Spitze ausgezogen und ihrer ganzen Länge nach gestreift. Jene der 4 untersten Seitenreihen und der Hinterbeine sind kürzer und von hohen scharfen, stark vorspringenden Längskielen durchzogen. Die Randschuppen des Schwanzes sind gekielt und springen in starken Zacken vor.

Die Krallen sind verhältnissmässig klein und gekrümmt. Die Mittelkralle ist ungefähr um $^1/_4$ länger als die der zweiten und vierten Zehe und so wie diese an der Spitze verdünnt und durch Abreibung etwas abgestumpft, nicht aber breit wie beim javanischen Spitzschwanzschuppenthiere *(Pholidotus javanicus)*. Jene der Hinterfüsse sind von ähnlicher Bildung wie die der Vorderfüsse und auch von gleicher Grösse, mit Ausnahme jener der Innen- und Aussenzehe, welche grösser als an den Vorderfüssen sind.

Zwischen den einzelnen Schuppen treten hie und da vereinzelte Borstenhaare hervor.

Die Färbung ist dunkelbraun.

Gesammtlänge ungefähr . . .	1′ 6″.	Nach Sundevall.
Körperlänge	9″.	
Länge des Schwanzes	9″.	

Gesammtlänge . . . . 2′ 6″. Nach Gray.
Körperlänge . . . . 1′ 3″.
Länge des Schwanzes . . . . 1′ 3″.

Vaterland. Süd-Asien, Sumatra.

Von den Eingeborenen wird diese Art *„Pangoling Sisik“* und auch *„Tangiling“* genannt.

Unter den europäischen Museen scheinen das naturhistorische Museum zu Paris und das Britische Museum zu London bis jetzt die einzigen zu sein, welche dieselbe in ihren reichhaltigen Sammlungen bewahren.

3. **Das javanische Spitzschwanzschuppenthier** *(Pholidotus javanicus)*.

Ph. squamis basi latis, postice obtuse acuminatis, sulcis 36—40 longitudinalibus subtilibus parallelis confertis et apicem versus plus minus evanescentibus percursis, hic illic setis singulis intermixtis; dorsalibus per 17 series longitudinales dispositis, serie intermedia in auricularum regione exoriente et ad caudae apicem usque producta in cauda ex 24, in toto e 57 squamis composita; lateralibus in 3—4 seribus inferioribus angustioribus nec non carina longitudinali humili percursis; squamis scelidum eodem modo carinatis; auriculis minimis parum prosilientibus; cauda basi modice lata, apicem versus sensim attenuato-acuminata longa, corpore circiter 1/4 vel fere 1/5 breviore, squamis marginalibus carina longitudinali percursis, nec non valde denticulatim prosilientibus; unguiculis arcuatis, digitorum podariorum iis maniculorum paullo brevioribus, unguiculo medio latius obtuso fere subdepresso, reliquos brevius superante; corpore obscure nigro-fusco, squamis dilutius limbatis.

Lacertus indicus squamosus. Bontius. Hist. nat. Ind. orient. p. 60. c. fig.

Lacertus squamosus minor setulis asperis. Petiver. Gazophyl. p. 32. t. 20. f. 8.

Manis manibus pentadactylis, palmis pentadactylis. Linné. Syst. Nat. Edit. VI. p. 8. Nr. 1.

Tatu mustelinus. Klein. Quadrup. p. 47.

Manis pentadactyla. Linné. Syst. Nat. Edit. X. T. I. p. 36. Nr. 1.

Schubhaagdis of Mier-Haagdis. Houtt. Nat. hist. V. I. p. 494.
Das mit Schuppen gepanzerte Thier, Manis oder Armodillus genannt. Wagner. Beschreib. d. Bareuther Naturaliencab. (1763.) p. 4. t. 2.
Pangolin. Buffon. Hist. nat. d. Quadrup. V. X. p. 180.
Manis pentadactyla. Linné. Mus. Ad. Frid. T. II. p. 7.
„ „ Linné. Syst. Nat. Edit. XII. T. I. P. I. p. 52. Nr. 1.
Pangolin. Bomare. Dict. d'hist. nat. T. III. p. 349.
Short-tailed Manis. Pennant. Synops. Quadrup. p. 329. Nr. 259.
Fünffingeriges Schuppthier, der Javaische Teufel. Müller. Natursyst. B. I. S. 186. t. 29. f. 1.
Manis pentadactyla. Schreber. Säugth. B. II. S. 210. Nr. 1.
Manis brachyura. Erxleb. Syst. regn. anim. P. I. p. 98. Nr. 1.
Manis brachyura. Zimmerm. Geogr. Gesch. d. Mensch. u. d. Thiere. B. II. S. 403. Nr. 346.
Short-tailed Manis. Pennant. Hist. of Quadrup. V. II. p. 506. N. 367.
Manis Pangolinus. Boddaert. Elench. anim. V. I. p. 74. Nr. 2.
Manis pentadactyla. Gmelin. Linné Syst. Nat. T. I. P. I. p. 53. Nr. 1.
„ „ Illiger. Prodrom. p. 113.
Manis javanica. Desmar. Mammal. p. 377. Nr. 596.
„ „ Desmar. Dict. des Sc. nat. V. XXXVII. p. 331.
„ „ Lesson. Dict. class. V. XIII. p. 15.
Manis Javanica. Fisch. Synops. Mammal. p. 400. Nr. 3.
„ „ S. Müller. Verhandel. V. I. p. 37.
Manis javanica. Var. α. Sundev. Vetensk. Akad. Handl. 1842. p. 254, 275. t. 4. a. f. 11.
Pholidotus javanicus. Var. α. Sundev. Vetensk. Akad. Handl. 1842. p. 254, 275. t. 4. a. f. 11.
Manis Javanica. Gray. Mammal. of the Brit. Mus. p. 189. a. b. c.
Manis javanica. Wagn. Schreber Säugth. Suppl. B. IV. Abth. I. S. 218. Nr. 3. — S. 219. Note 13.
Pholidotus javanicus. Wagn. Schreber Säugth. Suppl. B. IV. Abth. I. S. 218. Nr. 3. — S. 219. Note 13.
Manis javanica. Focillon. Revue zool. 1850.

Manis javanica. Rapp. Edentat. S. 16. t. 2. f. 2 a. (Thier), t. 6. f. 1, 2. (Schädel.)

" " Gerrard. Catal. of the Bones in the Brit. Mus. p. 285.

" " Turner. Proceed. of the Zool. Soc. with Illustr. 1851. p. 219.

" " Giebel. Säugeth. S. 403.

Pholidotus javanus. Gray. Proceed. of the Zool. Soc. with Illustr. 1865. p. 366. Nr. 1.

Pholidotus Dalmanni. Gray. Proceed. of the Zool. Soc. with Illustr. 1865. p. 366. Nr. 2.

Pholidotus javanus. Gray. Catal. of Carniv. Pachyd. and Edent. Mammal. in the Brit. Mus. p. 370. Nr. 1.

Pholidotus Dalmanni. Gray. Catal. of Carniv. Pachyd. and Edent. Mammal. in the Brit. Mus. p. 371. Nr. 2.

Wie es scheint, ist es Bontius, durch welchen wir zuerst mit dieser Art bekannt geworden sind, die späterhin auch von Petiver kurz beschrieben und abgebildet wurde. Linné und seine Nachfolger vermengten sie mit dem chinesischen Spitzschwanzschuppenthiere *(Pholidotus Dalmanni)* und dem vorderindischen Breitschwanzschuppenthiere *(Phatages laticaudatus)*, indem sie diese drei verschiedenen Formen nur für eine und dieselbe Art hielten, und erst Desmarest schied sie als eine selbstständige Art von denselben aus, eine Ansicht, welche auch von allen späteren Zoologen getheilt wurde. Demungeachtet wurde sie in neuester Zeit von Gray wieder theilweise mit dem sumatranischen *(Pholidotus asper)* und chinesischen Spitzschwanzschuppenthiere *(Pholidotus Dalmanni)* — zu welcher letzteren Form er auch noch das Nepal-Spitzschwanzschuppenthier *(Pholidotus auritus)* gezogen — verwechselt.

Sie zählt zu den grösseren Formen in der Familie und den grössten in ihrer Gattung, indem sie das Nepal-Spitzschwanzschuppenthier *(Pholidotus auritus)* an Grösse noch merklich übertrifft.

Die Körpergestalt im Allgemeinen ist dieselbe wie die des sumatranischen *(Pholidotus asper)* und afrikanischen Spitzschwanzschuppenthieres *(Pholidotus Gouyi)*.

Der Kopf ist von kegelförmiger Gestalt, die Schnauze gestreckt, nach vorne zu verdünnt und zugespitzt. Die Ohrmuschel ist nur durch einen schwachen Hautrand angedeutet. Der Rumpf ist gestreckt, nur mässig breit und gewölbt. Der Schwanz ist lang, ungefähr um $^{1}/_{4}$ oder auch nicht ganz um $^{1}/_{5}$ kürzer als der Körper, an der Wurzel deutlich vom Rumpfe geschieden, nur von mässiger Breite und gegen das Ende zu allmählig verdünnt und zugespitzt.

Die Rückenschuppen sind in 17 Längsreihen gestellt und die mittlere Reihe derselben, welche von den Ohren oder Augen an bis an das Schwanzende verläuft, enthält am Kopfe 11, am Rumpfe 22 und am Schwanze 24 Schuppen, im Ganzen daher 57. Der Schwanz ist auf der Oberseite seiner ganzen Länge nach, auf der Unterseite aber nur gegen die Wurzel zu mit 5, im weiteren Verlaufe aber blos mit 4 Längsreihen von Schuppen besetzt. Die Zahl der Schuppen auf dem Vordertheile des Kopfes, von den Ohren bis zum vorderen Rande des Schnauzenpanzers, beträgt ungefähr 50.

Die Schuppen sind am Kopfe klein, doch nur wenig kleiner als am Nacken, und nehmen nach rückwärts an Grösse allmählig zu, bis sie endlich am Kreuze eine Breite von 1—1$^{1}/_{8}$″ erreichen. Dagegen werden sie am Schwanze wieder kleiner und ebenso auch auf den Hinterbeinen. Auf der Schnauze überragen sich die Schuppen nur wenig mit ihren Rändern und erst hinter den Augen beginnen sie sich mehr zu überdecken, bis sie sich endlich nach rückwärts zu mehr dachziegelartig übereinander legen. Dieselben sind an der Wurzel breit, gegen das Ende zu aber stumpf zugespitzt, länger und auch spitzer als beim afrikanischen Spitzschwanzschuppenthiere *(Pholidotus Gouyi)* und von 36—40 feinen, gedrängt stehenden und parallel verlaufenden Längsfurchen durchzogen, die sich gegen die Spitze zu mehr oder weniger verlieren. Die Schuppen an den Leibesseiten sind in den drei bis vier untersten Reihen schmäler als am Rücken, und in ihrer Mitte von einem vorspringenden niederen abgerundeten Längskiele durchzogen. Ein ähnlicher Längskiel durchzieht auch die Schuppen auf der Aussenseite der hinteren Gliedmassen und jene an den Rändern und auf dem hinteren Theile der Unterseite des Schwanzes. Die Randschuppen des Schwanzes sind längs ihres

Kieles nach abwärts umgeschlagen, so dass ihre äussere Hälfte auf der Unterseite des Schwanzes aufliegt, und die Kiele springen daher in scharfen Zacken vor.

Die Krallen sind gekrümmt, gewölbt und an den Seiten etwas flachgedrückt. Die Mittelkralle ist die grösste und stärkste, beinahe zweischneidig, etwas flachgedrückt und an der Spitze ziemlich breit abgestumpft, doch nicht viel länger als die zweite und vierte, welche auch etwas schwächer sind. Jene der Innen- und Aussenzehe sind sehr kurz. Die Krallen an den Hinterfüssen sind ebenso gebildet, doch durchgehends etwas kürzer.

Zwischen den einzelnen Schuppen treten an den Rändern derselben hie und da vereinzelt stehende Borstenhaare hervor. Die Unterseite des Kopfes, des Halses und des Leibes sind nur mit zerstreut stehenden kurzen borstigen Haaren besetzt und beinahe völlig kahl. Ein Streifen längs der Innenseite der Beine ist vollkommen haarlos, doch ist jener an den Hinterbeinen viel schmäler als an den Vorderbeinen.

Die Färbung der Schuppen ist dunkel schwarzbraun und an den Rändern derselben heller, jene der Körperhaut aber etwas lichter. Die Behaarung auf der Aussenseite der Vorderbeine ist schwarzbraun, jene auf der Unterseite des Leibes weisslich. Die Krallen sind blaulich hornfarben.

Gesammtlänge	2′ 6″.	Nach Desmarest.
Körperlänge	1′ 4″ 6‴.	
Länge des Schwanzes . .	1′ 1″ 6‴.	
Gesammtlänge	3′ 6″.	Nach Sundevall.
Körperlänge	2′.	
Länge des Schwanzes . .	1′ 6″.	

Der Schnauzentheil des Schädels ist verlängert und fast so lang als der Hirntheil.

Vaterland. Süd-Asien, Java.

Exemplare dieser Art befinden sich im Britischen Museum zu London und in den zoologischen Museen zu Paris, Leyden, Wien und mehreren anderen.

4. **Das doppelreihige Spitzschwanzschuppenthier** *(Pholidotus Wagneri)*.

Ph. javanico similis, squamis basi latis, postice obtuse acuminatis, striis longitudinalibus numerosis percursis, hic illic setis singulis intermixtis; dorsalibus per 17 series longitudinales dispositis, serie intermedia ab occipite exoriente non ad caudae apicem usque producta in cauda e 17, in toto e 37 squamis composita; lateralibus angustioribus sicut et scelidum carinatis; cauda squamis marginalibus carina longitudinali percursis nec non valde denticulatim prosilientibus; unguiculis digitorum podariorum iis maniculorum paullo minoribus; corpore obscure nigro-fusco.

Manis javanica. Wagn. Schreber Säugth. Suppl. B. IV. Abth. I. S. 218. Nr. 3. t. 69. A.

Pholidotus javanicus. Wagn. Schreber Säugth. Suppl. B. IV. Abth. I. S. 218. Nr. 3. t. 69. A.

Diese ganz eigenthümliche und in einem der wesentlichsten Merkmale von allen übrigen Formen dieser Gattung abweichende Art wurde seither nur von Wagner und zwar blos nach einem einzigen, am Schwanze etwas verstümmelten Exemplare beschrieben, das sich im königl. zoologischen Museum zu München befindet und welches derselbe vom javanischen Spitzschwanzschuppenthiere *(Pholidotus javanicus)* nicht für specifisch verschieden hielt.

Die höchst bedeutende Abweichung in der Art der Beschuppung von sämmtlichen zur Zeit bekannten Formen dieser Gattung deutet indess mit grosser Wahrscheinlichkeit auf eine selbstständige Art hin, und ich nehme deshalb auch keinen Anstand, dieselbe hier als eine solche anzuführen und den Namen *„Pholidotus Wagneri"* für sie in Vorschlag zu bringen.

In der Gesammtform kommt sie mit der oben genannten Art vollständig überein, doch ist sie beträchtlich kleiner als dieselbe, da sie mit dem chinesischen Spitzschwanzschuppenthiere *(Pholidotus Dalmanni)*, dem capischen Breitschwanzschuppenthiere *(Phatages Temminckii)* und dem guineischen Schuppenthiere *(Manis guineensis)* nahezu von gleicher Grösse, und merklich grösser als das sumatranische Spitzschwanzschuppenthier

(Pholidotus asper) ist. Sie gehört sonach den grösseren Formen in der Familie und den mittelgrossen in der Gattung an.

Das wichtigste Merkmal, durch welches sie sich von dem javanischen Spitzschwanzschuppenthiere *(Pholidotus javanicus)* und allen bis jetzt bekannten Formen ihrer Gattung unterscheidet, besteht darin, dass sich die mittlere Reihe der Rückenschuppen nicht bis an das Schwanzende fortsetzt.

Die Rückenschuppen stehen in 17 Längsreihen und die mittlere Reihe derselben, welche erst vom Hinterhaupte an beginnt, reicht nicht bis an das Ende des Schwanzes, sondern endigt schon im letzten Drittel desselben in einer ziemlichen Entfernung von der Spitze, indem die letzten 8 Querreihen seiner Schuppen nicht von einer Mittelreihe durchzogen werden.

Die Mittelreihe enthält am Rumpfe 20, am Schwanze aber blos 17 Schuppen, im Ganzen daher nur 37. Auf der Oberseite des Schwanzes sind die Schuppen, so weit die Mittelreihe reicht, in 5, hinter derselben aber nur in 4 Längsreihen gestellt und die Zahl der Querreihen beträgt am Schwanze 25.

Die Rückenschuppen und jene auf der Oberseite des Schwanzes sind an der Wurzel breit, nach hinten zu stumpf zugespitzt und von zahlreichen Längsstreifen durchzogen. Jene der 3—4 unteren Seitenreihen des Leibes sind schmäler und in ihrer Mitte der Länge nach gekielt. Ein ähnlicher Kiel befindet sich auch auf den Schuppen des hinteren Theiles der Unterseite des Schwanzes und auf jenen an der Aussenseite der Hinterbeine.

Die Randschuppen des Schwanzes sind mit einem Längskiele versehen und längs desselben auf die Unterseite umgeschlagen, so dass die Kiele am Schwanzrande in starken Zacken vorspringen.

Die Krallen der Hinterfüsse sind etwas kleiner als die der Vorderfüsse.

Zwischen den einzelnen Schuppen treten hie und da einzelne Borstenhaare hervor.

Die Färbung ist dunkel schwarzbraun.

Körperlänge	1′ 4″	6‴.	Nach Wagner.
Entfernung der Augen von der Schnauzenspitze	1″	8‴.	

Entfernung der Ohren von der Schnauzenspitze . . . . . 2″ 5‴. Nach Wagner.
Länge der mittleren Vorderkralle . . . . 1″ 2‴.
Länge der mittleren Hinterkralle 11‴.
Breite des Schwanzes an der Wurzel . . . . 3″.

Vaterland. Unbekannt; wahrscheinlich Süd-Asien.

Das königl. zoologische Museum zu München dürfte zur Zeit das einzige in Europa sein, das diese Art besitzt.

5. Das malakkische Spitzschwanzschuppenthier (*Pholidotus malaccensis*).

Ph. javanico simillimus, squamis dorsalibus per 17 series longitudinales dispositis, serie intermedia in auricularum regione exoriente et ad caudae apicem usque producta in cauda ex 27, in toto e 60 squamis composita; cauda basi modice lata, apicem versus sensim attenuato-acuminata longa, squamis marginalibus carina longitudinali percursis nec non valde denticulatim prosilientibus; unguiculo medio et imprimis maniculorum longiore acuto, apice tenui tereti; corpore obscure fusco.

Manis javanica. Var. β. Sundev. Vetensk. Akad. Handl. 1842. p. 254, 275.
Pholidotus javanicus. Var. β. Sundev. Vetensk. Akad. Handl. 1842. p. 254, 275.
Manis Javanica. Gray. Mammal. of the Brit. Mus. p. 189. d. e.
Manis javanica. Wagn. Schreber Säugth. Suppl. B. IV. Abth. I. S. 219. Note 13.
Pholidotus javanicus. Wagn. Schreber Säugth. Suppl. B. IV. Abth. I. S. 219. Note 13.
Manis Javanica. Cantor. Journ. of the Asiat. Soc. of Bengal. V. XV. (1846.) p. 259.
Manis javanica. Wagn. Schreber Säugth. Suppl. B. V. S. 185. Nr. 4.
„ „ Giebel. Säugeth. S. 403.
Pholidotus javanus. Gray. Proceed. of the Zool. Soc. with Illustr. 1865. p. 366. Nr. 1.

Pholidotus javanus. Gray. Catal. of Carniv. Pachyd. and Edent. Mammal. in the Brit. Mus. p. 370. Nr. 1.

Eine dem javanischen Spitzschwanzschuppenthiere *(Pholidotus javanicus)* überaus nahe stehende und seither von allen Zoologen mit demselben vermengte und für identisch gehaltene Form, die sich jedoch durch die grössere Anzahl der Schuppen in der Mittelreihe des Körpers und insbesondere des Schwanzes, so wie auch durch die verschiedene Gestalt der mittleren Kralle der Füsse von dieser Art unterscheidet und aller Wahrscheinlichkeit nach eine selbstständige Art bildet.

Sundevall hat zuerst auf dieses letztere Merkmal aufmerksam gemacht und sie deshalb als eine besondere Varietät der obengenannten Art bezeichnet, und Gray gebührt das Verdienst, die Verschiedenheit in der Zahl der Schuppen der Mittelreihe des Schwanzes zuerst hervorgehoben zu haben.

Ich nehme daher keinen Anstand, diese Form, — welche dem Festlande von Asien angehört — für eine selbstständige, vom javanischen Spitzschwanzschuppenthiere *(Pholidotus javanicus)* specifisch verschiedene zu betrachten und schlage für dieselbe den Namen *„Pholidotus malaccensis"* vor.

Die Körpergrösse und auch die Gestalt im Allgemeinen sind beinahe dieselben wie bei der genannten Art und auch in Ansehung der Form und Beschaffenheit der Schuppen findet zwischen beiden kein auffallender hervortretender Unterschied statt. Auch der Schwanz ist wie beim javanischen Spitzschwanzschuppenthiere *(Pholidotus javanicus)* an der Wurzel ziemlich breit und die Randschuppen desselben springen gleichfalls in starken Zacken vor.

Die Rückenschuppen sind in 17 Längsreihen gestellt, und die mittlere Reihe derselben beginnt vor den Augen oder Ohren und reicht bis an das Ende des Schwanzes. Dieselbe enthält am Kopfe 11, am Rumpfe 22 und am Schwanze 27 Schuppen, zusammen daher 60; sonach am Schwanze sowohl als auch im Ganzen um 3 Schuppen mehr.

Die Mittelkralle der Füsse und insbesondere jene der Vorderfüsse ist aber nicht nur verhältnissmässig länger, sondern auch spitz und an ihrem Ende dünn, gerundet und nur wenig

Gesammtlänge etwas über . . . . 3′ Nach Blyth.
Körperlänge nur wenig über . . . . 1′ 7″.
Länge des Schwanzes . . . . . . 1′ 5″.

Vaterland. Süd-Asien, Ost-Indien, wo diese Art von Blyth in Arrakan und Sylhet in Hinter-Indien angetroffen wurde.

Obgleich er acht Exemplare dieser Form zu untersuchen Gelegenheit hatte und sich durch die bei allen derselben gleichmässig angetroffenen Merkmale bestimmt fand, sie für eine selbstständige Art zu betrachten, so hält er doch nicht für unmöglich, dass sie mit dem javanischen Spitzschwanzschuppenthiere *(Pholidotus javanicus)* der Art nach zusammenfallen und nur eine Varietät desselben bilden könnte; eine Ansicht, welche nach den dieser Form zukommenden Merkmalen durchaus nicht gerechtfertigt erscheint.

In den europäischen Museen fehlt diese Art bis jetzt noch gänzlich.

7. **Das schmalschwänzige Spitzschwanzschuppenthier** *(Pholidotus lepturus)*.

Ph. javanico similis, squamis dorsalibus obtuse acuminatis sublaevibus per 17 series longitudinales dispositis, serie intermedia ab occipite exoriente et ad caudae apicem usque producta in cauda ex 28, in toto e 53 squamis composita; lateralibus levissime carinatis; cauda graciliore, corpore 1/7 breviore, squamis marginalibus non denticulatim prosilientibus appressis; unguiculis digitorum podariorum iis maniculorum magnitudine aequalibus; corpore obscure rufo-fusco.

Manis leptura. Blyth. Journ. of the Asiat. Soc. of Bengal. V. XI. (1842.) p. 454. — V. XVI. (1847.) P. II. p. 1274.
„ „ Wagn. Troschel's Arch. B. XV. (1849.) Th. II.
„ „ Rapp. Edentat. S. 18.
„ „ Wagn. Schreber Säugth. Suppl. B. V. S. 186. Note 1.
„ „ Giebel. Säugeth. S. 406. Note 9.
Pholidotus lepturus. Gray. Catal. of Carniv. Pachyd. and Edent. Mammal. in the Brit. Mus. p. 374.

als eine selbstständige Art betrachtet werden müsse, wie diess auch von allen späteren Zoologen erkannt worden ist.

Sie steht dem javanischen Spitzschwanzschuppenthiere *(Pholidotus javanicus)* zwar nahe und kommt mit demselben auch in ihren körperlichen Formen im Allgemeinen überein, doch unterscheidet sie sich von demselben — abgesehen von der beträchtlich geringeren Grösse — nicht nur durch die verschiedene Zahl der Schuppen in der Mittelreihe des Rückens und des Schwanzes, sondern auch durch den weit längeren Schwanz und die auffallend verschiedene Färbung desselben.

An Körpergrösse steht sie dem javanischen Spitzschwanzschuppenthiere *(Pholidotus javanicus)* beträchtlich nach, indem sie merklich kleiner als das schmalschwänzige *(Pholidotus lepturus)* und merklich grösser als das chinesische Spitzschwanzschuppenthier *(Pholidotus Dalmanni)* ist. Sie gehört sonach den mittelgrossen Formen in der Gattung und den grösseren in der Familie an.

Die Ohrmuschel ist deutlich, doch nicht besonders stark entwickelt. Der Schwanz ist lang, fast um $^1/_9$ kürzer als der Körper, an der Wurzel mässig breit und flach, aber minder stark und auch mehr zugespitzt als beim vorderindischen Breitschwanzschuppenthiere *(Phatages laticaudatus)* und die Randschuppen desselben springen in starken Zacken vor.

Die Rückenschuppen sind in 17 Längsreihen vertheilt und die Mittelreihe derselben, welche vom Hinterkopfe bis an das Schwanzende reicht, enthält am Rumpfe 17—19 und am Schwanze 28 Schuppen.

Die Rückenschuppen sind ziemlich glatt und nur die Seitenschuppen des Leibes und die der Hinterbeine sind — und zwar schon bei sehr jungen Thieren, — mit deutlichen Kielen versehen, jene der Vorderbeine aber nur sehr schwach gekielt.

Die Krallen sind von mässiger Grösse und die der Hinterfüsse fast ebenso gross als jene der Vorderfüsse.

Die Färbung der Schuppen ist schwarzbraun und nur am Endtheile des Schwanzes sind dieselben im letzten Drittel oder auch bis zur Hälfte seiner Länge weisslich oder graulichweiss, welche Färbung sich scharf von der dunklen Farbe des Wurzeltheiles und des Körpers abgrenzt.

Gesammtlänge . . . . 3′ 3″. Nach Blyth.
Körperlänge . . . . 1′ 9″.
Länge des Schwanzes . . . . . . 1′ 6″.

Vaterland. Süd-Asien und wahrscheinlich Ost-Indiën, obgleich diess nicht mit Sicherheit bekannt ist.

Blyth hatte nur ein einziges Exemplar unbekannter Heimath zur Untersuchung erhalten können.

In den europäischen Museen scheint diese Art bis jetzt zu fehlen.

8. **Das labuanische Spitzschwanzschuppenthier** *(Pholidotus labuanus)*.

Ph. javanico simillimus, ast squamis dorsalibus per 15 series longitudinales dispositis et serie intermedia in cauda ex 29 squamis composita.

Pangoeling. Valentyn. Amboina. 1726. P. III. p. 278.
Manis brachyura. Erxleb. Syst. regn. anim. P. I. p. 98 Nr. 1.
„ „ Zimmerm. Geogr. Gesch. d. Mensch. u. d. Thiere. B. II. S. 403. Nr. 346.
Manis javanica. S. Müller. Verhandel. V. I. p. 37.
„ „ Sundev. Vetensk. Akad. Handl. 1842. p. 254, 275.
Pholidotus javanicus. Sundev. Verhandel. 1842. p. 254, 275.
Manis javanica. Wagn. Schreber Säugth. Suppl. B. IV. Abth. I. S. 218. Nr. 3.
Pholidotus javanicus. Wagn. Schreber Säugth. Suppl. B. IV. Abth. I. S. 218. Nr. 3.
Manis javanica. Giebel. Säugeth. S. 403.
„ „ Motley, Dillwyn. Nat. Hist. of Labuan. p. 51.
Pholidotus javanus. Gray. Catal. of Carniv. Pachyd. and Edent. Mammal. in the Brit. Mus. p. 371.

Höchst wahrscheinlich ist es Valentyn, von welchem wir schon im Jahre 1726 die erste Kunde von der Existenz dieser Form erhielten, die von Erxleben und Zimmermann sowohl mit dem javanischen *(Pholidotus javanicus)* und chinesischen Spitzschwanzschuppenthiere *(Pholid. Dalmanni)*, als auch mit dem vorderindischen Breitschwanzschuppenthiere *(Phatages lati-*

caudatus) irrigerweise vermengt und für eine und dieselbe Art gehalten wurde. Alle späteren Naturforscher glaubten in ihr aber nur das javanische Spitzschwanzschuppenthier *(Pholidotus javanicus)* erkennen zu sollen, obgleich aus den Angaben, welche wir von Motley und Dillwyn über dieselbe erhalten haben, hervorgeht, dass sie in einigen, gerade bei dieser Familie nicht unwesentlichen Merkmalen von der genannten Art abweicht.

Die geringere Anzahl der Längsreihen der Rückenschuppen und die grössere Menge der einzelnen Schuppen in der mittleren Reihe des Schwanzes unterscheiden sie deutlich von dieser Art, mit welcher sie übrigens in allen anderen Merkmalen beinahe vollkommen übereinzustimmen scheint.

Die Rückenschuppen sind nur in 15 Längsreihen gestellt und die mittlere Reihe des Schwanzes enthält 29 Schuppen.

Diess ist Alles, was uns über diese Form bis jetzt bekannt geworden ist, welche ich einstweilen schon der geographischen Verbreitung wegen für eine selbstständige Art betrachte und für welche ich den Namen „*Pholidotus labuanus*" vorläufig in Vorschlag bringe.

Über die Körpermaasse liegt keine Angabe vor.

Vaterland. Südost-Asien, wo diese Form sowohl auf der Insel Labuan, woselbst sie von Motley und Dillwyn angetroffen wurde, — als auch auf der Insel Borneo und höchst wahrscheinlich auch auf Celebes vorkommt, von wo das Exemplar stammt, das von Valentyn beschrieben wurde.

Das zoologische Museum zu Leyden ist im Besitze dieser Art.

9. Das hinterindische Spitzschwanzschuppenthier *(Pholidotus assamensis)*.

Ph. Dalmanni simillimus, squamis trigono-rotundatis latis basi tantum striatis setisque geminatis intermixtis, dorsalibus per 15 series longitudinales dispositis, serie intermedia ad caudae apicem usque producta e 45—50 squamis composita; auriculis parvis sat prosilientibus; cauda basi lata, apicem versus angustato-acuminata longa, corpore circiter $^1/_5$ breviore; corpore dilute fusco.

Manis brachyura. Mc. Clelland. Proceed. of the Zool. Soc. V. IX. (1839.) p. 183.

Manis javanica. Bennett.
Manis Dalmanni. Sundev. Vetensk. Akad. Handl. 1842. p. 256, 278.
Pholidotus Dalmanni. Sundev. Vetensk. Akad. Handl. 1842. p. 256, 278.
Manis Dalmanni. Wagn. Schreber Säugth. Suppl. B. IV. Abth. I. S. 220. Nr. 5.
Pholidotus Dalmanni. Wagn. Schreber Säugth. Suppl. B. IV. Abth. I. S. 220. Nr. 5.
Manis laticaudata? Wagn. Schreber Säugth. Suppl. B. IV. Abth. I. S. 222. Nr. 6.
Phatages laticaudatus? Wagn. Schreber Säugth. Suppl. B. IV. Abth. I. S. 222. Nr. 6.
Pholidotus Dalmanni? Gray. Catal. of Carniv. Pachyd. and Edent. Mammal. in the Brit. Mus. p. 373.

Mc. Clelland hat uns mit dieser Form, welche er mit dem vorderindischen Breitschwanzschuppenthiere *(Phatages laticaudatus)* der Art nach für identisch hielt, zuerst — doch nur sehr oberflächlich — bekannt gemacht und Bennett, — der sie mit dem javanischen Spitzschwanzschuppenthiere *(Pholidotus javanicus)* verwechselte — uns einige Bemerkungen über dieselbe mitgetheilt. Sundevall, der eben diese Form näher zu untersuchen Gelegenheit hatte, betrachtete sie aber als zum chinesischen Spitzschwanzschuppenthiere *(Pholidotus Dalmanni)* gehörig, welcher Ansicht auch Wagner und Gray beigetreten waren, obgleich ersterer es auch für möglich hielt, dass sie mit dem vorderindischen Breitschwanzschuppenthiere *(Phatages laticaudatus)* zusammenfallen könnte, und letzterer sich nicht mit Bestimmtheit darüber aussprechen zu dürfen glaubte, ob sie mit dem chinesischen Spitzschwanzschuppenthiere *(Pholidotus Dalmanni)* eine und dieselbe Art bilde.

Von beiden Arten, mit welchen sie übrigens in der allgemeinen Körperform sehr grosse Ähnlichkeit hat, unterscheidet sie sich jedoch durch die verschiedene Zahl der Längsreihen der Rückenschuppen und der einzelnen Schuppen in der Mittelreihe des Rückens.

Die Rückenschuppen sind nur in 15 Längsreihen vertheilt und die mittlere Reihe derselben, welche von den Ohren oder Augen an beginnt und bis an das Ende des Schwanzes reicht, enthält im Ganzen nur 45—50 Schuppen.

Zwischen den einzelnen Schuppen ragen paarweise gestellte Borsten hervor, und die Unterseite des Kopfes und des Leibes, so wie auch die Innenseite der Beine sind mit groben weisslichen Haaren besetzt.

Die Färbung der Schuppen ist hellbraun.

Körpermaasse sind nicht angegeben.

Vaterland. Südost-Asien, Hinter-Indien, Assam.

Im königl. zoologischen Museum zu Kopenhagen befindet sich ein Exemplar dieser Art.

10. Das chinesische Spitzschwanzschuppenthier (*Pholidotus Dalmanni*).

Ph. squamis trigono-rotundatis latis, basi longitudinaliter striatis, apicem versus laevibus, setis longioribus intermixtis; dorsalibus per 17 series longitudinales dispositis, serie intermedia in auricularum regione exoriente et ad caudae apicem usque producta in cauda e 18—20, in toto e 48—50 squamis composita; lateralibus fere lanceolatis angustioribus carinatis; squamis scelidum in lateribus eorum carinatis, in anteriore parte femorum sicut et in digitis laevibus; auriculis parvis sat prosilientibus; cauda basi crassa, apicem versus angustata, longa, corpore fere $^1/_5$ breviore, squamis laevibus, marginalibus denticulatim prosilientibus; unguiculis digitorum maniculorum permagnis levissime curvatis trigonis, in animalibus adultioribus fere rectis, podariorum perfecte rectis trigonis, unguiculo medio maniculorum longissimo, podariorum multo breviore; corpore dilute flavescente-fusco, squamis trunci fascia arcuata pallidiore signatis.

Armadillus squamatus maior, seu Diabolus Tajovanicus Siamensium, ex insula Formosa. Seba. Thesaur. T. I. p. 87. t. 53. f. 5.

Manis manibus pentadactylis, palmis pentadactylis. Dalman. Act. Holmiens. 1749. p. 265. t. 6.

Manis manibus pentaductylis, palmis pentadactylis. Dalman. Abhandl. d. schwed. Akad. d. Wiss. 1749. S. 274. t. f. 3.

Tatu mustelinus. Klein. Quadrup. p. 47.

Formosisches Teufelchen. Haller. Naturg. d. Thiere. S. 396. t. 18.

Manis pentadactyla. Linné. Syst. Nat. Edit. X. T. I. p. 36. Nr. 1.

Diable de Tavoyen. Dict. des anim. V. II. p. 25.

Pangolin. Buffon. Hist. nat. d. Quadrup. V. X. p. 180.

Manis pentadactyla. Linné. Mus. Ad. Frid. T. II. p. 7.

" " Linné. Syst. Nat. Edit. XII. T. I. P. I. p. 52. Nr. 1.

Pangolin. Bomare. Dict. d'hist. nat. T. III. p. 349.

Short-tailed manis. Pennant. Synops. Quadrup. p. 329. Nr. 259.

Manis pentadactyla. Schreber. Säugth. B. II. S. 200. Nr. 1.

Manis brachyura. Erxleb. Syst. regn. anim. P. I. p. 98. Nr. 1.

" " Zimmerm. Geogr. Gesch. d. Mensch. u. d. Thiere. B. II. S. 403. Nr. 346.

Short-tailed Manis. Pennant. Hist. of Quadrup. V. II. p. 506. Nr. 367.

Manis Phatagus. Boddaert. Elench. anim. V. I. p. 74. Nr. 2.

Manis pentadactyla. Gmelin. Linné Syst. Nat. T. I. P. I. p. 53. Nr. 1.

" " Fisch. Synops. Mammal. p. 398, 605. Nr. 1.

Manis Dalmanni. Sundev. Vetensk. Akad. Handl. 1842. p. 256, 278. t. 4. *a.* f. 10. (Phalangen.)

Pholidotus Dalmanni. Sundev. Vetensk. Akad. Handl. 1842. p. 256, 278. t. 4. a. f. 10. (Phalangen.)

Manis Dalmanni. Wagn. Schreber Säugth. Suppl. B. IV. Abth. I. S. 220. Nr. 5.

Pholidotus Dalmanni. Wagn. Schreber Säugth. Suppl. B. IV. Abth. I. S. 220. Nr. 5.

Manis Dalmanni. Focillon. Revue zool. 1850.

" " Rapp. Edentat. S. 17.

Manis pentadactyla. Gerrard. Catal. of the Bones of Brit. Mus. p. 285.

Pholidotus Dalmanni. Gray. Proceed. of the Zool. Soc. with Illustr. 1865. p. 366. Nr. 2.

" " Gray. Catal. of Carniv. Pachyd. and Edent. Mammal. in the Brit. Mus. p. 371. Nr. 2.

Diese mit dem hinterindischen *(Pholidotus assamensis)* sowohl, als auch mit dem Nepal-Spitzschwanzschuppenthiere *(Pholidotus auritus)* sehr nahe verwandte Form, welche sich von der erstgenannten durch die grössere Zahl der Längsreihen der Rückenschuppen, von der letzteren durch kleinere Ohren, eine geringere Anzahl von Schuppen in der Mittelreihe des Rückens und einen längeren Schwanz unterscheidet, wurde zuerst im Jahre 1734 von Seba kurz charakterisirt und abgebildet, später aber von Dalman genauer beschrieben.

Von den älteren Naturforschern wurde sie vielfach nicht nur mit einigen anderen Arten dieser Gattung, sondern auch mit dem vorderindischen Breitschwanzschuppenthiere *(Phatages laticaudatus)* vermengt und erst Sundevall wies durch eine genaue Beschreibung der ihr zukommenden Merkmale, ihre specifische Verschiedenheit von den meisten dieser Formen im Jahre 1842 gründlich nach, obgleich er das ihr so nahe stehende hinterindische Spitzschwanzschuppenthier *(Pholidotus assamensis)* der Art nach nicht von derselben verschieden hielt.

An Grösse steht sie dem weissschwänzigen Spitzschwanzschuppenthiere *(Pholidotus leucurus)* merklich nach und kommt hierin nahezu mit dem doppelreihigen Spitzschwanzschuppenthiere *(Pholidotus Wagneri)*, dem capischen Breitschwanzschuppenthiere *(Phatages Temminckii)* und dem guineischen Schuppenthiere *(Manis guineensis)* überein, wornach sie den grösseren Formen in der Familie und den mittelgrossen in der Gattung angehört.

Die allgemeine Körperform hat grosse Ähnlichkeit mit jener des vorderindischen Breitschwanzschuppenthieres *(Phatages laticaudatus)*. Der Kopf ist gestreckt und kegelförmig, und nimmt $^{1}/_{4}$ der Länge des Rumpfes ein. Die Schnauze ist ziemlich lang, spitz und fast bis zu den Nasenlöchern beschuppt. Die Ohrmuschel ist vollständig entwickelt, beinahe von der Gestalt des menschlichen Ohres, oben frei vorragend, im Durchmesser $11^{1}/_{3}'''$ breit

und bietet an ihrem Saume eine Breite von 3‴ dar. Der Leib ist verhältnissmässig ziemlich kurz und breit, dick und flachgedrückt, und die Breite des Rumpfes kommt $^2/_3$ seiner Länge, die Höhe der Hälfte seiner Breite gleich. Der Schwanz ist lang, ungefähr um $^1/_3$ kürzer als der Körper, beinahe von derselben Länge wie der Rumpf, an der Wurzel dick und nach hinten zu verschmälert.

Die Rückenschuppen stehen in 17 Längsreihen und die Mittelreihe, welche erst von den Ohren oder Augen an beginnt und bis an das Schwanzende reicht, bietet am Kopfe 10, am Rumpfe 20 und am Schwanze 18—20, zusammen daher 48—50 Schuppen dar. Die Zahl der Schuppen auf dem Kopfe, von den Ohren nach vorne zu gezählt, beträgt ungefähr 50.

Die Schuppen des Rückens sind breiter als beim javanischen (*Pholidotus javanicus*) und sumatranischen Spitzschwanzschuppenthiere (*Pholidotus asper*), an ihrem freien Theile etwas der Quere nach dreieckig-abgerundet und gestreift, und an der Spitze auf eine ziemliche Strecke glatt. Die Schwanzschuppen sind nicht gekielt und die Randschuppen desselben oben lanzettförmig und seitlich ungefähr in einem Winkel von weniger als 30 Graden zackenartig-abstehend. Die Seitenschuppen des Körpers, so wie auch jene der Hinterfüsse sind schmäler, fast von lanzettförmiger Gestalt und mit deutlichen Kielen versehen, jene an der Vorderseite der Schenkel und auf den Zehen aber vollkommen glatt.

Die Krallen der Vorderfüsse sind von sehr beträchtlicher Grösse, nur sehr schwach gekrümmt, und mehr von dreiseitiger Gestalt als bei den meisten übrigen Arten dieser Gattung, bei älteren Thieren aber an der Spitze abgerieben und beinahe völlig gerade. Die Mittelkralle derselben ist die grösste unter allen, ungefähr von derselben Länge wie die Schnauze vom Auge bis zur Spitze und stumpf. Die vierte nimmt $^3/_4$ der Länge der Mittelkralle ein, die zweite ist beträchtlich kleiner, und noch kleiner ist die Aussenkralle, die Innenkralle aber am kleinsten. Die Krallen der Hinterfüsse sind vollkommen gerade und dreiseitig. Die mittlere steht jener der Vorderfüsse um mehr als das Doppelte an Länge nach, während die Innen- und Aussenkralle denen der Vorderfüsse an Länge gleichkommen.

Auf der Unterseite des Leibes befinden sich zahlreiche anliegende Borsten und auch auf der Oberseite ragen zwischen den Schuppen längere Borstenhaare hervor.

Die Zitzen, von denen nur ein einziges Paar vorhanden ist, sind gross.

Die Färbung der Schuppen ist licht gelblich braun und jene des Rumpfes sind mit einer gebogenen blasseren Binde gezeichnet.

Gesammtlänge	2′ 6″.	Nach Sundevall.
Körperlänge	1′ 4″ 9‴.	
Länge des Kopfes	3″ 3‴.	
„ des Rumpfes . . .	1′ 1″ 6‴.	
„ des Schwanzes ungefähr	1′ 1″ 3‴.	

Vaterland. Südost-Asien, wo diese Art im südlichen Theile von China sowohl in der Umgegend von Canton — woselbst sie von Dalman angetroffen wurde — als auch auf der Insel Thai-wan oder Formosa vorkommt.

Von den Eingebornen wird sie *„Tchin-Kian-Kiäpp"* genannt.

Die zoologischen Museen zu Stockholm und Paris befinden sich im Besitze dieser Art.

11. **Das Nepal-Spitzschwanzschuppenthier** *(Pholidotus auritus)*.

Ph. Dalmanni similis, squamis trigono-rotundatis, dorsalibus in animalibus adultis laevibus, in junioribus in posteriore parte et in medio striatis, per 17 series longitudinales dispositis, serie intermedia in auricularum regione exoriente et ad caudae apicem usque producta in cauda e 19, in toto e 52 squamis composita; squamis scelidum in animalibus junioribus in lateribus eorum carinatis, in adultis laevibus; auriculis parvis valde prosilientibus; cauda basi crassa, apicem versus angustata, longa, corpore ultra vel fere 1/3 breviore; unguiculis digitorum maniculorum longis conico-acuminatis, podariorum brevioribus compressis, unguiculo interno et externo maniculorum valde introrsum curvatis; corpore pallide fusco-corneo.

Manis aurita. Hodgs. Journ. of the Asiat. Soc. of Bengal. V. V. (1836.) p. 234.

„ „ Hodgs. Zool. Nepal. c. fig.

Manis pentadactyla. Gray. Catal. of Hodgs. Collect. p. 36.
„ „ Ogilby.
„ „ Blyth. Journ. of the Asiat. Soc. of Bengal. V. XI. (1842.) P. I. p. 453.
„ „ Gray. Mammal. of the Brit. Mus. p. 189. d. e.
Manis aurita. Wagn. Schreber Säugth. Suppl. B. IV. Abth. I. S. 222. Note 15.
Pholidotus auritus. Wagn. Schreber Säugth. Suppl. B. IV. Abth. I. S. 222. Note 15.
Manis laticaudata. Wagn. Schreber Säugth. Suppl. B. V. S. 186. Nr. 6.
Manis aurita. Giebel. Säugeth. S. 404. Note 7.
Pholidotus Dalmanni. Gray. Proceed. of the Zool. Soc. with Illustr. 1865. p. 366. Nr. 2.
„ „ Gray. Catal. of Carniv. Pachyd. and Edent. Mammal. in the Brit. Mus. p. 371. Nr. 2.

Jedenfalls eine dem chinesischen Spitzschwanzschuppenthiere *(Pholidotus Dalmanni)* sehr nahe verwandte Form, welche wir seither blos aus einer kurzen Beschreibung von Hodgson und einer neuerlichen von Gray kennen zu lernen Gelegenheit hatten und die sich von der genannten Art ausser der beträchtlicheren Körpergrösse, nur durch grössere und mehr entwickelte Ohren, eine grössere Anzahl von Schuppen in der Mittelreihe des Rückens und einen verhältnissmässig kürzeren Schwanz unterscheidet.

Auch mit dem hinterindischen Spitzschwanzschuppenthiere *(Pholidotus assamensis)* steht diese Form in naher Verwandtschaft, doch liegt in der Verschiedenheit der Zahl der Längsreihen der Rückenschuppen, so wie auch in der abweichenden Schuppenzahl der Mittelreihe derselben ein hinreichendes Merkmal, beide Formen der Art nach von einander zu trennen.

Gray hielt sie Anfangs mit dem vorderindischen Breitschwanzschuppenthiere *(Phatages laticaudatus)* für identisch, eine Ansicht, welcher auch Ogilby und Blyth beigetreten waren, doch änderte er dieselbe aber später und zog sie mit dem chinesischen Spitzschwanzschuppenthiere *(Pholidotus Dalmanni)*

in eine Art zusammen, und Wagner, der sie ursprünglich für eine selbstständige Art betrachten zu sollen glaubte, schloss sich zuletzt der von Ogilby und Blyth vertretenen Ansicht an und vereinigte sie mit dem vorderindischen Breitschwanzschuppenthiere *(Phatages laticaudatus)* in eine Art.

Sie ist merklich kleiner als das javanische *(Pholidotus javanicus)* und nur wenig grösser als das weissschwänzige Spitzschwanzschuppenthier *(Pholidotus leucurus)*; sonach viel grösser als das chinesische *(Pholidotus Dalmanni)* und gehört daher zu den grösseren Formen in der Familie und der Gattung.

In der Körpergestalt im Allgemeinen hat sie zunächst die grösste Ähnlichkeit mit der letztgenannten Art. Der Kopf ist eiförmig, die Schnauze kegelförmig verlängert und die Oberseite sowohl als auch die Seiten des Kopfes sind etwas gewölbt. Die Augenlieder sind weich, nicht gewimpert, aber auf der ganzen Aussenseite mit sehr kurzen Borsten bedeckt. Die Ohrmuschel ist verhältnissmässig gross und sehr stark entwickelt, über $^1/_2$'' hoch und nimmt über $1^1/_2$'' im schief verticalen Durchmesser ein. Sie ist von länglicher Gestalt und hinten fast völlig flach, und an der kleinen Ohröffnung befindet sich vorne ein länglicher Vorsprung. Der Leib ist schwach gestreckt, doch voll. Der Schwanz ist lang, um etwas mehr als um $^1/_3$ oder auch nicht ganz um soviel kürzer als der Körper, ungefähr von der Länge des Rumpfes, an der Wurzel sehr dick und nach rückwärts zu verschmälert.

Die Rückenschuppen sind in 17 Längsreihen vertheilt und die Mittelreihe derselben, welche am Kopfe von den Ohren oder Augen an beginnt und sich bis an das Ende des Schwanzes erstreckt, enthält am Kopfe 10, am Rumpfe 23 und am Schwanze 19 Schuppen, im Ganzen daher 52. Auf der Stirne befindet sich eine grössere schildähnliche Schuppe und 5 Reihen kleinerer Schuppen schliessen sich an diese an.

Die Schuppen des Rückens sind bei jungen Thieren am hinteren Theile und in der Mitte gestreift und in der Mitte des Rückens abgestutzt, jene an den Seiten der Hinterbeine aber gekielt, während die Schuppen bei alten Thieren durchgehends abgenützt und glatt sind. Die Schwanzschuppen sind kürzer und breiter als die Rumpfschuppen.

Die Krallen der Vorderfüsse sind lang, kegelförmig zugespitzt, und jene an beiden Seiten des Fusses stark nach einwärts gekrümmt. Die Mittelkralle ist die grösste, die zweite und vierte sind kürzer, die der Aussen- und Innenzehe klein. An den Hinterfüssen sind die Krallen kurz, kegelförmig und zusammengedrückt. Die mittlere ist die grösste, die zweite und vierte sind kürzer als dieselbe und jene der Aussen- und Innenzehe sind am kürzesten und kleinsten.

Die Schnauzenspitze, die Gesichtsseiten mit Einschluss des Augenrandes, die Hinterseite der Ohren, der Vorderhals, die Unterseite des Leibes und die Innenseite der Beine sind mit dünngestellten kurzen Haaren bedeckt, bei jungen Thieren aber beinahe völlig kahl, das Kinn dagegen vorne mit einem sehr dünnen Anfluge längerer Haare besetzt.

Die Schuppen sind blassbraun oder hornfarben, die Haare des Kopfes, der Unterseite des Leibes und der Innenseite der Beine grau. Die Haut ist weisslich-fleischfarben.

Gesammtlänge	2′ 11″.	Nach Hodgson.
Körperlänge	1′ 10″.	
Länge des Schwanzes	1′ 1″.	
Gesammtlänge	3′ 1″.	Nach Gray.
Körperlänge	1′ 10″.	
Länge des Schwanzes	1′ 3″.	

Das Gewicht beträgt nach Hodgson zwischen 12—14 Pfund.

Der Schädel ist sehr fest und im Verhältnisse zu seiner Länge beträchtlich stärker als beim vorderindischen Breitschwanzschuppenthiere *(Phatages laticaudatus)*. Die Nasenbeine sind sehr breit und am hinteren Ende abgerundet.

Vaterland. Süd-Asien, Ost-Indien, Nepal, wo diese Form in den unteren und mittleren Regionen des Himalaya-Gebirges vorkommt.

Das Britische Museum zu London dürfte zur Zeit das einzige in Europa sein, das sich im Besitze derselben befindet.

4. Gatt.: Breitschwanzschuppenthier (Phatages).

Vorder- sowohl als Hinterfüsse sind fünfzehig, die Vorderbeine ihrer ganzen Länge nach auf der Aussenseite beschuppt. Die Kralle der Innenzehe ist nicht hinter jene der Aussenzehe zurückgerückt. Der Schwanz ist lang, kürzer als der Körper, sehr breit, fast seiner ganzen Länge nach von gleicher Breite und mehr oder weniger stumpf abgerundet. Die Schuppen sind an ihrem hinteren Rande dreieckig abgerundet, die Rückenschuppen in 11 oder 13 Längsreihen gestellt.

1. Das vorderindische Breitschwanzschuppenthier *(Phatages laticaudatus)*,

Ph. squamis trigono-rotundatis latissimis basi tantum striatis setisque longis intermixtis, dorsalibus per 11 series longitudinales dispositis, serie intermedia ad caudae apicem usque producta ex 42—43 squamis composita; auriculis minimis parum prosilientibus; cauda latissima apicem versus perparum angustata longa, corpore $^1/_3$ breviore, apice obtuse acuminato-rotundata; unguiculis maniculorum parum arcuatis, podariorum magis curvatis, digiti interni et externi anterioribus non multo minoribus; corpore pallide ex rufescente fusco-flavo.

Φαττανης. Aelian. De Nat. anim. Lib. XXVI. cap. 6.
Grand Lézard écaillé. Perrault. Hist. nat. des anim. T. III. p. 87. t. 17.
Lacerta squamosa ingens. Jacobaeus. Mus. reg. p. 9. t. 9. f. 3.
Myrmecophagus squamatus s. Daemon thebaicus. Hermann. Mus. Zeylan. (1726.) p. 295.
Armadillus squamatus maior, ceylanicus, seu diabolus Tajovanicus dictus. Seba. Thesaur. T. I. p. 88. t. 54. f. 1.
Lacerta squamosa ingens. Laurentz. Jacobaei Mus. reg. Quadrup. t. 6. f. 82.
Tatu mustelinus. Klein. Quadrup. p. 47.
Pholidotus. Brisson. Règne anim. p. 29. Nr. 1.
Formosisches Teufelchen. Haller. Naturg. d. Thiere. S. 397.
Manis pentadactyla. Linné. Syst. Nat. Edit. X. T. I. p. 36. Nr. 1.

Lézard écailleux. Dict. des anim. V. II. p. 621.
Tayanan. Dict. des anim. V. IV. p. 295.
Pholidotus pedibus anticis et posticis pentadactylis, squamis subrotundis. Gronov. Zoophylac. Fasc. I. p. 2. Nr. 3.
Pangolin. Buffon. Hist. nat. d. Quadrup. V. X. p. 180. t. 34.
Manis pentadactyla. Linné. Mus. Ad. Frid. T. II. p. 7.
„ „ Linné. Syst. Nat. Edit. XII. T. I. P. I. p. 52. Nr. 1.
Pangolin. Bomare. Dict. d'hist. nat. T. III. p. 349.
Alungu. Berichte d. dän. Mission in Ost-Ind. p. 104, 907. m. Fig.
Short-tailed manis. Pennant. Synops. Quadrup. p. 329. Nr. 259.
Pangolino. Alessandri. Anim. quadrup. V. III. t. 122.
New Manis. Forster. Philos. Transact. V. LX. p. 36. t. 11.
Manis pentadactyla. Schreber. Säugth. B. II. S. 210. Nr. 1. t. 69.
Manis brachyura. Erxleb. Syst. regn. anim. P. I. p. 98. Nr. 1.
„ „ Zimmerm. Geogr. Gesch. d. Mensch. u. d. Thiere. B. II. S. 403. Nr. 346.
Short-tailed Manis. Pennant. Hist. of Quadrup. V. II. p. 506. Nr. 367.
Manis Pangolinus. Boddaert. Elench. anim. V. I. p. 74. Nr. 1.
Manis pentadactyla. Gmelin. Linné Syst. Nat. T. I. P. I. p. 53. Nr. 1.
Pholidote. Manis. Badjarcit. Forster. Mém. de l'Acad. d. Berlin. 1788. p. 90. t. 5, 6.
Five-toed Manis. Shaw. Nat. Miscell. t. 11.
Broad-tailed Manis. Pennant. Hist. of Quadrup. Sec. Edit. V. II. p. 154.
Manis pentadactyla. Cuv. Tabl. élém. d'hist. nat. p. 143.
Short-tailed Manis. Shaw. Gen. Zool. V. I. p. I. P. 181.
Broad-tailed Manis. Shaw. Gen. Zool. V. I. P. I. p. 183.
Manis crassicaudata. Geoffr. Catal. des Mammif. du Mus. p. 213.
Manis pentadactyla. Hermann. Observ. zool. p. 21.
Manis brevicaudata. Tiedem. Zool. B. I. S. 497.
Manis pentadactyla. Illiger. Prodrom. p. 113.

***Manis laticaudata*.** Illiger. Denkschrift d. Berlin. Akad. 1815. S. 90.

***Manis macroura*.** Desmar. Nouv. Dict. d'hist. nat. V. XXIV. p. 458. Nr. 2.

***Pangolin à queue courte*.** Cuv. Règne anim. Edit. I. V. I. p. 224.

***Manis macroura*.** Desmar. Mammal. p. 376. Nr. 594.

Encycl. méth. t. 26. f. 1.

***Manis macroura*.** Desmar. Dict. des Sc. nat. V. XXXVII. p. 330.

***Phataginus*.** Rafin. Ann. gén. des Sc. phys. V. VII. p. 214.

***Manis brachyura*.** Rafin. Ann. gén. des Sc. phys. V. VII. p. 214. Nr. 1.

***Pangolin à queue courte*.** Cuv. Recherch. sur les Ossem. foss. V. V. P. I. p. 97. t. 8. (Skelet), f. 2—4. (Schädel).

***Manis macroura*.** Lesson. Dict. class. V. XIII. p. 15.

***Manis crassicaudata*.** Griffith. Anim. Kingd. V. III. p. 307. c. fig. — V. V. p. 726. Nr. 1.

***Pangolin à queue courte*.** Cuv. Régne anim. Edit. II. V. I. p. 233.

***Manis pentadactyla*.** Fisch. Synops. Mammal. p. 398, 605. Nr. 1.

„ „ Wagler. Syst. d. Amphib. S. 36.

***Manis brachyura*.** Gray. Illustr. of. Ind. Zool. V. II. t. 22.

„ „ Gray. Proceed. of the Zool. Soc. V. IX. (1839.) p. 133.

***Pangolinus typus*.** Lesson. Tabl. du règne anim.

***Pangolinus brachyurus*.** Lesson. Tabl. du règne anim.

***Manis crassicaudata*.** Tickell. Journ. of the Asiat. Soc. of Bengal. V. XI. (1842.) P. I. p. 221. c. fig.

***Manis pentadactyla*.** Blyth. Journ. of the Asiat. Soc. of Bengal. V. XI. (1842.) P. I. p. 453. — V. XVI. (1847.) P. II. p. 1273.

***Manis laticaudata*.** Sundev. Vetensk. Akad. Handl. 1842. p. 258.

***Phatages laticaudatus*.** Sundev. Vetensk. Akad. Handl. 1842. p. 258.

Manis . . . . . Sundev. Vetensk. Akad. Handl. 1842. p. 262, 269.

Manis pentadactyla. Gray. Mammal. of the Brit. Mus. p. 188. a. c.

Manis laticaudata. Wagn. Schreber Säugth. Suppl. B. IV. Abth. I. S. 222. Nr. 6.

Phatages laticaudatus. Wagn. Schreber Säugth. Suppl. B. IV. Abth. I. S. 222. Nr. 6.

Manis pentadactyla. Focillon. Revue zool. 1850. p. 526.

Manis crassicaudata. Rapp. Edentat. S. 16.

Manis pentadactyla. Gerrard. Catal. of the Bones in the Brit. Mus. p. 285.

„ „ Turner. Proceed. of the Zool. Journ. with Illustr. 1851. p. 219.

Manis laticaudata. Wagn. Schreber Säugth. Suppl. B. V. S. 186. Nr. 6.

Manis brachyura. Giebel. Säugeth. S. 405.

Pholidotus indicus. Gray. Proceed. of the Zool. Soc. with Illustr. 1865. p. 367. Nr. 3.

„ „ Gray. Catal. of Carniv. Pachyd. and Edent. Mammal. in the Brit. Mus. p. 373. Nr. 3.

Es ist diess die älteste unter allen uns bekannt gewordenen Formen dieser Familie, indem wir schon im dritten Jahrhunderte n. Chr. durch Aelian Kunde von der Existenz derselben erhielten. Im Jahre 1669 gab uns Perrault eine kurze Beschreibung und Abbildung von dieser Art und später auch Jacobaeus und Seba. Linné und seine Nachfolger vermengten sie mit dem chinesischen (*Pholidotus Dalmanni*) und javanischen Spitzschwanzschuppenthiere (*Pholidotus javanicus*) und erst Geoffroy wies ihre Selbstständigkeit als Art nach. Demungeachtet wurde sie aber von mehreren späteren Naturforschern und selbst von neueren Zoologen mit manchen anderen Formen verwechselt.

Sie bildet den Repräsentanten der von Sundevall aufgestellten Gattung „*Phatages*“ und gehört zu den grössten Arten in der Familie, obgleich sie bei Weitem nicht die Grösse des guineischen Breitschwanzschuppenthieres (*Phatages giganteus*) erreicht und auch dem Sennaar- (*Phatages Hedenborgii*) und capischen Breitschwanzschuppenthiere (*Phatages Temminckii*) hierin nachzustehen scheint.

Der Kopf ist klein, von kegelförmiger Gestalt und nicht besonders spitz, auf der Oberseite völlig eben und fast bis zu den Nasenlöchern mit Schuppen bedeckt. Die Ohrmuschel ist sehr klein und nur durch einen häutigen Vorsprung hinter und unter der Ohröffnung angedeutet. Die Augenlieder sind weich. Der Leib ist verhältnissmässig ziemlich kurz, gedrungen und dick, und von sehr ansehnlicher Breite. Der Schwanz ist nicht sehr lang, um $^1/_3$ kürzer als der Körper, ungefähr von derselben Länge wie der Leib nebst dem halben Kopfe und daher kürzer als fast bei allen übrigen Arten der ganzen Familie. An der Wurzel ist derselbe nur wenig schmäler als der Körper und seine Breite, welche bei erwachsenen Thieren $^2/_5$ der Körperlänge beträgt, bei jüngeren Thieren aber etwas geringer ist, vermindert sich nur sehr wenig gegen das stumpfspitzig abgerundete Ende. Die Randschuppen desselben springen in nicht sehr starken Zacken vor.

Die Rückenschuppen stehen in 11 Längsreihen und die mittlere Reihe derselben, welche am Kopfe beginnt und ziemlich regelmässig auf demselben verläuft, erstreckt sich bis an das Ende des Schwanzes. Sie enthält am Kopfe 11, am Rücken 16, und am Schwanze 15—16 Schuppen, zusammen daher 42—43.

Die Schuppen sind sehr stark und breit, an ihrem freien Theile noch einmal so breit als lang, dreieckig abgerundet, an der Basis gestreift und von der Spitze an bis über ihre Hälfte glatt. Nur in den beiden untersten seitlichen Reihen, an den Krallen und an der Rückseite der Hinterbeine sind einige derselben gekielt. Die Schwanzschuppen sind von gleicher Breite wie jene des Leibes.

Die Krallen der Vorderfüsse sind nur schwach gekrümmt und die Mittelkralle, welche die längste unter ihnen ist, kommt der Schnauzenlänge bis zum Auge gleich und ist an der Spitze breit, stumpf und etwas flachgedrückt. Die Kralle der vierten Zehe nimmt $^5/_6$ der Länge der Mittelkralle ein, jene der zweiten ist etwas kleiner und die der Innen- und Aussenzehe, welche fast von gleicher Länge sind, nehmen ungefähr $^1/_4$ der Länge der Mittelkralle ein. Die Krallen der Hinterfüsse sind stärker gekrümmt, abgerundet und an der Spitze abgerieben. Die Mittelkralle, welche auch hier die längste ist, ist beträchtlich kürzer

als jene der Vorderfüsse und nimmt nur über $^1/_3$ der Länge derselben ein. Jene der Innen- und Aussenzehe sind nicht viel kleiner als dieselben Krallen an den Vorderfüssen.

Zwischen den einzelnen Schuppen des Rückens treten lange dünne Borstenhaare hervor.

Die Färbung ist ziemlich blass, aber gesättigt röthlichbraungelb.

Gesammtlänge	4'.	Nach Sundevall.
Gesammtlänge	3' 9".	Nach Desmarest.
Körperlänge	2' 3".	
Länge des Schwanzes . .	1' 6".	
Gesammtlänge eines jungen Thieres	1' 1" 6'''.	Nach Wagner.
Körperlänge	8".	
Länge des Schwanzes . .	5" 6'''.	

Der Schädel ist viel dünner und weniger bauchig als jener des Nepal-Spitzschwanzschuppenthieres *(Pholidotus auritus)* und der Schnauzentheil nimmt ungefähr $^2/_5$ der Kopflänge ein. Auch sind die Nasenbeine schmäler und länger.

Vaterland. Süd-Asien, Vorder-Indien, woselbst diese Art sowohl an der Küste Coromandel und insbesondere in der Umgegend von Pondichery, als auch in der Präsidentschaft Madras vorkommt und auch auf der Insel Ceylon angetroffen wird.

Von den Eingeborenen wird sie *„Badjareit"* oder *„Badgarcit"* und *„Bajjerkeit"* genannt, auf der Küste Coromandel *„Alungu"*.

Das Britische Museum zu London und die zoologischen Museen zu Paris, Wien, Berlin, Leyden und München bewahren in ihren Sammlungen Exemplare dieser Art.

Sundevall spricht die Vermuthung aus, dass das von Cuvier abgebildete Skelet dieser Art nicht dieser, sondern dem javanischen Spitzschwanzschuppenthiere *(Pholidotus javanicus)* angehöre, worin er jedoch sicher irrt.

2. Das bengalische Breitschwanzschuppenthier *(Phatages bengalensis)*.

Ph. laticaudato similis, ast squamis dorsalibus per 13 series longitudinales dispositis, cauda paullo angustiore apiceque obtuse

rotundato-truncata, unguiculis podariorum magis arcuatis, digiti interni et externi anterioribus multo minoribus, corpore dilute ex rufescente flavo-fusco.

Manis pentadactyla. Meyer. Zool. Annal. B. I. S. 301.
Vadjra-cita. Leslie. Asiat. Research. V. I. (1799.) p. 376.
Pangolin. *Vadjva-cita.* Burt. Asiat. Research. V. II. p. 353, 358. (Anat.)
Manis macroura. Desmar. Nouv. Dict. d'hist. nat. V. XXIV. p. 458. Nr. 2.
„ „ Desmar. Mammal. p. 376. Nr. 594.
„ „ Desmar. Dict. des Sc. nat. V. XXXVII. p. 330.
Manis pentadactyla. Fisch. Synops. Mammal. p. 398, 605. Nr. 1.
„ „ *Var. β.* Fisch. Synops. Mammal. p. 399. Nr. 1. β.
Manis brachyura. Gray. Illustr. of Ind. Zool. V. II.
„ „ Gray. Proceed. of the Zool. Soc. V. IX. (1839.) p. 133.
Manis crassicaudata. Tickell. Journ. of the Asiat. Soc. of Bengal. V. XI. (1842.) P. I. p. 221.
Manis pentadactyla. Blyth. Journ. of the Asiat. Soc. of Bengal. V. XI. (1842.) P. I. p. 453. — V. XVI. (1847.) P. II. p. 1273.
Manis laticaudata. Sundev. Vetensk. Akad. Handl. 1842. p. 258.
Phatages laticaudatus. Sundev. Vetensk. Akad. Handl. 1842. p. 258.
Manis pentadactyla. Gray. Mammal. of the Brit. Mus. p. 188. b.
Manis laticaudata. Wagn. Schreber Säugth. Suppl. B. IV. Abth. I. S. 222. Nr. 6.
Phatages laticaudatus. Wagn. Schreber Säugth. Suppl. B. IV. Abth. I. S. 222. Nr. 6.
Manis pentadactyla. Focillon. Revue zool. 1850. p. 526.
Manis crassicaudata. Rapp. Edentat. S. 16.
Manis pentadactyla. Turner. Proceed. of the Zool. Soc. with Illustr. 1851. p. 219.

Manis laticaudata. Wagn. Schreber Säugth. Suppl. B. V. S. 186. Nr. 6.
Manis brachyura. Giebel. Säugeth. S. 405.
Pholidotus indicus. Gray. Proceed. of the Zool. Soc. with Illustr. 1865. p. 367. Nr. 3.
" " Gray. Catal. of Carniv. Pachyd. and Edent. Mammal. in the Brit. Mus. p. 373. Nr. 3.

So gross die Verwandtschaft auch ist, welche zwischen dieser Form und dem vorderindischen Breitschwanzschuppenthiere *(Phatages laticaudatus)* besteht, so bietet sie dennoch Merkmale dar, welche auf eine specifische Verschiedenheit hindeuten, wesshalb ich sie denn auch vorläufig als eine besondere Art hier anführe.

Die erste Nachricht über dieselbe erhielten wir im Jahre 1794 durch Meyer, der sie kurz charakterisirte, aber nicht von der genannten Form für verschieden hielt. Fünf Jahre später wurde sie genauer von Leslie beschrieben. Desmarest und Fischer hatten sie gleichfalls mit der obigen Form der Art nach vereinigt, doch führte sie letzterer als eine besondere Abänderung derselben an. Alle späteren Zoologen bis in die neueste Zeit betrachteten sie mit dieser Form für identisch und nur Sundevall hob die sie unterscheidenden Merkmale hervor, ohne jedoch hierauf einen specifischen Unterschied zu gründen.

In der Körpergrösse sowohl, als auch in der Gestalt im Allgemeinen kommt sie mit dem vorderindischen Breitschwanzschuppenthiere *(Phatages laticaudatus)* überein, doch ist der Schwanz etwas schmächtiger und an seinem Ende stumpfer und mehr abgerundet, gleichsam wie abgestutzt.

Die Rückenschuppen sind nicht wie bei dieser Form in 11, sondern in 13 Längsreihen vertheilt, doch ist die Grösse, Gestalt und Beschaffenheit der Schuppen dieselbe wie bei der genannten Form.

Die Krallen der Hinterfüsse sind aber merklich stärker gekrümmt und jene der Innen- und Aussenzehe sind viel kleiner, als dieselben Krallen an den Vorderfüssen.

Die Färbung ist licht röthlich-gelbbraun.

Körpermaasse sind nicht angegeben.

Vaterland. Süd-Asien, Ost-Indien, Bengalen.

Bei den Eingeborenen ist diese Form unter dem Namen „*Vadjra-cita*“ bekannt.

Exemplare derselben befinden sich im naturhistorischen Museum zu Paris, und im Britischen Museum zu London.

3. **Das guineische Breitschwanzschuppenthier** *(Phatages giganteus)*.

Ph. squamis trigono-rotundatis latissimis basi tantum striatis, dorsalibus per 11 series longitudinales dispositis, serie intermedia ad caudae apicem usque producta; auriculis minimis parum prosilientibus; cauda latissima apicem versus vix angustata longa, corpore 1/6 breviore, apice obtuse-rotundata; corpore pallide corneo-fusco.

Manis gigantea. Illiger. Abhandl. d. Berlin. Akad. 1811. S. 78. — 1815. S. 84.

Manis Temminckii. Temminck. Esquiss. zool. sur la côte de Guiné p. 177.

„ „ Wagn. Schreber Säugth. Suppl. B. V. S. 796.

Pholidotus africanus. Gray. Proceed. of the Zool. Soc. with Illustr. 1865. p. 368. Nr. 4. t. 17. (Schädel.)

Ipi. Pholidotus africanus. Du Chaillu. Journ. of Ashangoland. p. 43. c. fig.

Pholidotus giganteus. Gray. Catal. of Carniv. Pachyd. and Edent. Mammal. in the Brit. Mus. p. 373. Nr. 4. f. 44. p. 374. (Schädel.)

Die erste Kenntniss von dieser Form haben wir Illiger zu verdanken, der sie für eine selbstständige Art betrachtete und mit dem Namen „*Manis gigantea*“ bezeichnet hatte.

Temminck und Wagner hielten dieselbe aber mit dem Sennaar-Breitschwanzschuppenthiere *(Phatages Hedenborgii)* und dem capischen *(Phatages Temminckii)* der Art nach für identisch und erst Gray gelang es, die specifische Verschiedenheit derselben darzuthun. Anfangs hatte er für diese Art den Namen „*Pholidotus africanus*“ vorgeschlagen, später aber denselben in „*Pholidotus giganteus*“ geändert.

Sie ist die grösste Form nicht nur in ihrer Gattung, sondern überhaupt in der ganzen Familie.

In der Gestalt im Allgemeinen kommt sie sowohl mit dem capischen *(Phatages Temminckii)*, als auch mit dem Sennaar-Breitschwanzschuppenthiere *(Phatages Hedenborgii)* überein, wie sie denn überhaupt in allen ihren Merkmalen grosse Ähnlichkeit mit diesen beiden Formen hat. Das wichtigste Merkmal, durch welches sie sich von denselben unterscheidet, besteht darin, dass die mittlere Reihe der Rückenschuppen bis an das Ende des Schwanzes verläuft, während sie bei den beiden genannten Formen schon in einiger Entfernung von demselben aufhört. Auch ist das Verhältniss der Länge des Schwanzes zu jener des Körpers bei denselben verschieden.

Vom vorderindischen *(Phatages laticaudatus)* und bengalischen Breitschwanzschuppenthiere *(Phatages bengalensis)*, mit welchen sie gleichfalls einige Ähnlichkeit hat, unterscheidet sie sich durch den noch breiteren und auch beträchtlich längeren Schwanz und verhältnissmässig grössere Schuppen.

Die Ohren sind nur von einem schwach vorspringenden Hautrande umgeben, ohne eigentliche Ohrmuschel. Der Schwanz ist lang, um $^1/_6$ kürzer als der Körper, ungefähr von derselben Länge wie der Rumpf und von der Wurzel an bis an das stumpf abgerundete Ende beinahe von gleicher Breite, mit stark vorspringenden Zacken am Rande.

Die Rückenschuppen stehen in 11 Längsreihen und die mittlere Reihe derselben verläuft vom Kopfe bis an das Ende des Schwanzes.

Die Körper- sowohl als auch die Schwanzschuppen sind sehr gross und an der Wurzel gestreift.

Die Färbung ist blass braun oder hornfarben.

Gesammtlänge über	4′.	Nach Illiger.
Gesammtlänge	4′ 7″ bis über 5′.	Nach Gray.
Körperlänge	2′ 6″.	
Länge des Schwanzes . . .	2′ 1″.	

Vaterland. West-Afrika, Guinea. Baikie traf sie daselbst am Niger an und Du Chaillu bei Fernand, Vaz und Cap-Coast Castle in Ashantee.

Bei den Ashantee's ist diese Art unter dem Namen „*Ipi*“ bekannt.

Das Britische Museum zu London und die zoologischen Museen zu Leyden und Berlin sind im Besitze derselben.

4. Das Sennaar-Breitschwanzschuppenthier (*Phatages Hedenborgii*).

Ph. squamis trigono-rotundatis latissimis basi tantum striatis, dorsalibus per 11 series longitudinales dispositis, serie intermedia non ad caudae apicem usque producta e 27—28 squamis composita; auriculis minimis leviter prosilientibus; cauda latissima, apicem versus perparum angustata longa, corpore $^1/_9$ breviore, apice rotundato-truncata; corpore pallide flavido-fusco squamis apicem versus dilutioribus multisque in medio stria longitudinali flavida signatis.

Manis Temminckii. Bennett. Proceed. of the Zool. Soc. V. II. (1834.) p. 81.

„ „ Rüppell. Mus. Senckenberg. B. III. S. 179.

„ „ Sundev. Vetensk. Akad. Handl. 1842. p. 260, 279. t. 4. f. 2—9. (Schädel.)

Phatages Temminckii. Sundev. Vetensk. Akad. Handl. 1842. p. 260, 279. t. 4. f. 2—9. (Schädel.)

Manis Temminckii. Wagn. Schreber Säugth. Suppl. B. IV. Abth. I. S. 224. Nr. 7.

Phatages Temminckii. Wagn. Schreber Säugth. Suppl. B. IV. Abth. I. S. 224. Nr. 7.

Manis Temminckii. Focillon. Revue zool. 1850.

„ „ Rapp. Edent. S. 17.

„ „ Temminck. Esquiss. zool. sur la côte de Guiné. p. 177.

„ „ Wagn. Schreber Säugth. Suppl. B. V. S. 187. Nr. 7. — S. 796.

„ „ Giebel. Säugth. S. 406.

Smutsia Temminckii. Gray. Proceed. of the Zool. Soc. with Illustr. 1865. p. 369. Nr. 1.

Manis Temminckii. Heugl. Fauna d. roth. Meer. u. d. Somáli-Küste. S. 15.

Phatages Temminckii. Fitz. Heugl. Säugeth. Nordost-Afr. S. 45. Nr. 1. (Sitzungsber. d. math.-naturw. Cl. d. kais. Akad. d. Wiss. B.-LIV.)

Smutsia Temminckii. Gray. Catal. of Carniv. Pachyd. and Edent. Mammal. in the Brit. Mus. p. 375. Nr. 1.

Diese dem capischen Breitschwanzschuppenthiere (*Phatages Temminckii*) sehr verwandte und bis zur Stunde von allen Zoologen mit demselben für identisch gehaltene Form wurde von Hedenborg entdeckt und höchst wahrscheinlich zuerst von Bennett, später aber von Sundevall beschrieben, der uns auch eine Abbildung ihres Schädels mittheilte.

An Grösse scheint sie dem guineischen Breitschwanzschuppenthiere (*Phatages giganteus*) etwas nachzustehen, doch ist diess bis jetzt noch nicht mit Sicherheit bekannt. Jedenfalls gehört sie aber so wie dieses zu den grössten Formen in der ganzen Familie.

Vom capischen Breitschwanzschuppenthiere (*Phatages Temminckii*) unterscheidet sie sich hauptsächlich durch den verhältnissmässig viel längeren Schwanz und die geringere Zahl von Schuppenlängsreihen auf dem Rücken.

Der Kopf ist im Verhältnisse zu den übrigen Arten dieser Familie kurz und die Ohrenmuscheln sind nur durch einen schwachen Hautrand angedeutet und völlig rudimentär. Der Rumpf ist sehr dick, breit und flach gewölbt. Der Schwanz ist lang, um $^1/_9$ kürzer als der Körper, breit, fast von derselben Breite wie der Rumpf, dem grössten Theile seiner Länge nach beinahe von gleicher Breite und nur gegen das Ende hin schwach verschmälert, an der Spitze stumpf abgerundet und gleichsam wie abgestutzt, und die Randschuppen desselben springen in starken Zacken vor.

Die Rückenschuppen sind in 11 Längsreihen vertheilt und die mittlere Reihe derselben, welche am Kopfe beginnt und nicht ganz bis an das Ende des Schwanzes reicht, indem sie schon in einiger Entfernung von demselben aufhört, enthält am Kopfe 9, am Rumpfe 13 und am Schwanze 5—6, im Ganzen daher nur 27 bis 28 Schuppen.

Die Körperschuppen sind im Verhältnisse zu jenen der den übrigen Gattungen angehörigen Arten nur sehr wenig zahlreich. Die Rückenschuppen sind von sehr beträchtlicher Grösse und Breite, und etwas länglicher Form, gegen ihre Basis der Länge nach fein gefurcht und gegen die Spitze zu vollkommen glatt. Am Schwanze sind die Schuppen auf der Oberseite desselben so weit die Mittelreihe reicht, in 5, hinter derselben aber, und zwar in den letzten 4—7 Querreihen, nur in 4 Längsreihen gestellt, während sie am Rande 10—13 Querreihen bilden. Auf der Unterseite des Schwanzes sind die Schuppen von sehr beträchtlicher Grösse und von der Wurzel an in 3, im weiteren Verlaufe aber nur in 2 Längsreihen gestellt. Die Kopfschuppen sind eiförmig und dachziegelartig übereinanderliegend.

Die Füsse sind kurz und die drei mittleren Vorderkrallen an der Wurzel dick, gegen die Spitze zu aber schmächtig, stark gekrümmt und auf der Unterseite ausgehöhlt. Die Krallen der Hinterfüsse sind kurz, stark und flach, und ragen mit ihren Spitzen nicht über die weichen Theile des Fusses vor.

Die Färbung der Schuppen ist blass gelblichbraun und gegen die Spitze zu heller, und eine grosse Anzahl derselben bietet in der Mitte einen länglichen gelblichen Streifen dar. Die kahlen Körpertheile sind dunkel bräunlichgelb. Die Augen sind röthlichbraun, die Schnauzenspitze ist schwarz. Die Vorderkrallen sind schmutzig gelblich, die Hinterkrallen bräunlichgelb.

Gesammtlänge	2′ 1″ 6‴.	Nach Bennett.
Körperlänge	1′ 1″ 6‴.	
Länge des Schwanzes . . .	1′.	
Breite des Rückens	8″.	
„ des Schwanzes am Ende	5″.	

Der Schädel ist kurz und bauchig, der Schnauzentheil breit, kurz und nicht halb so lang als der Hirntheil. Die Nasenbeine sind verhältnissmässig kurz und von sehr ansehnlicher Breite, insbesondere aber nach hinten zu, und die Zwischenkiefer legen sich mit ihrem breiten Ende an die Nasenbeine an. Der Oberkiefer ist klein und am Unterkiefer fehlt der aufrechtstehende Fortsatz vorne am oberen Rande.

Vaterland. Nordost- und Central-Afrika, woselbst diese Art eine sehr grosse Verbreitung hat, da sie nicht nur in Sennaar — wo sie Hedenborg entdeckte, — und wahrscheinlich auch in der Bajuda-Wüste in Nubien, in Taka und den Ebenen von Somâli vorkommt, so wie nicht minder auch im östlichen und südlichen Theile von Kordofan — wo sie Heuglin bei der Oasis El-Gáb und auf der Karavanenstrasse von Dongola nach Harása angetroffen hat, — sondern auch am Bahr-el-abiad, von wo er dieselbe aus der Gáb-e-Schambil erhielt.

„*Om-girf*", welcher Name so viel bedeutet als „Mutter der Rinde oder des Zimmts" ist die Benennung, welche diese Form bei den arabischen Bewohnern führt.

Exemplare derselben befinden sich in den zoologischen Museen zu Wien und Stockholm.

5. **Das capische Breitschwanzschuppenthier** *(Phatages Temminckii).*

Ph. squamis trigono-rotundatis latissimis oblongis, seriei intermediae basi tantum, reliquis per omnem longitudinem striatis, dorsalibus per 13 series longitudinalis dispositis, intermedia non ad caudae apicem usque producta; cauda latissima longa, corpore $^1/_4$ breviore, apice rotundata; corpore pallide fusco.

Manis Temminckii. Smuts. Mammal. cap. p. 54.
„ „ Bennett. Proceed. of the Zool. Soc. V. II. (1834.) p. 81.
„ „ Rüppell. Mus. Senckenberg. B. III. S. 179.
„ „ Sundev. Vetensk. Akad. Handl. 1842. p. 260, 279.
Phatages Temminckii. Sundev. Vetensk. Akad. Handl. 1842. p. 260, 279.
Manis Temminckii. A. Smith. Illustr. of the Zool. of South-Afr. V. I. Nr. 4. t. 7. (Schädel u. Zehen.)
„ „ Harris. Portraits. p. 32.
„ „ Wagn. Schreber Säugth. Suppl. IV. Abth. I. S. 224. Nr. 7.
Phatages Temminckii. Wagn. Schreber Säugth. Suppl. B. IV. Abth. I. S. 224. Nr. 7.
Manis Temminckii. Focillon. Revue zool. 1850.

Manis Temminckii. Peters. Reise nach Mossamb. B. I. S. 174. t. 32. f. 8. (Zungenbein.)
" " Rapp. Edentat. S. 17.
" " Gerrard. Catal. of the Bones in the Brit. Mus. p. 285.
" " Turner. Proceed. of the Zool. Soc. with Illustr. 1851. p. 219.
" " Temminck. Esquiss. zool. sur la côte de Guiné. p. 177.
" " Wagner. Schreber Säugth. Suppl. B. V. S. 187. Nr. 7. — S. 796.
" " Giebel. Säugeth. S. 406.
Smutsia Temminckii. Gray. Proceed. of the Zool. Soc. with Illustr. 1865. p. 369. Nr. 1.
Manis Temminckii. Heugl. Fauna d. roth. Meer. u. d. Somâli-Küste. S. 15.
Phatages Temminckii. Fitz. Heugl. Säugeth. Nordost-Afr. S. 45. Nr. 1. (Sitzungsber. d. math.-naturw. Cl. d. kais. Akad. d. Wiss. B. LIV.)
Smutsia Temminckii. Gray. Catal. of Carniv. Pachyd. and Edent. Mammal. in the Brit. Mus. p. 375. Nr. 1.

Smuts hat diese Form entdeckt und uns im Jahre 1832 durch eine kurze Charakteristik ihrer Körperschuppen und ihres Skeletes mit derselben zuerst bekannt gemacht. Ausführlichere Beschreibungen erhielten wir aber erst durch Harris und A. Smith. Von allen späteren Zoologen wurde sie aber seither mit zwei anderen, ihr sehr nahe stehenden Formen und zwar mit dem guineischen *(Phatages giganteus)* und Sennaar-Breitschwanzschuppenthiere *(Phatages Hedenborgii)* verwechselt und mit denselben vermengt, obgleich sowohl die körperlichen Verhältnisse, als auch die geographische Verbreitung gegen die Richtigkeit dieser Annahme sprechen, wie diess Gray wenigstens von der erstgenannten Form nachgewiesen hat, die er sogar einer anderen Gattung zuweist, während er auf diese Form, welche er mit dem Sennaar-Breitschwanzschuppenthiere *(Phatages Hedenborgii)* für identisch hält, seine Gattung „*Smutsia*“ gründet.

Ihre Körpergrösse ist — wie es scheint, — etwas geringer als die der oben genannten Form, doch gehört sie jedenfalls den grösseren in der Familie an.

Die Merkmale, durch welche sie sich von derselben unterscheidet, sind der beträchtlich kürzere Schwanz und die grössere Zahl der Längsreihen der Rückenschuppen.

Entfernter ist diese Form mit dem vorderindischen *(Phatages laticaudatus)* und bengalischen Breitschwanzschuppenthiere *(Phatages bengalensis)* verwandt. Die verhältnissmässig grösseren Körperschuppen, die verschiedene Form und Stellung der Kopfschuppen, der längere, breitere und an seinen Rändern stärker gezackte Schwanz und vollends die nicht bis an das Ende desselben reichende Mittelreihe der Rückenschuppen, unterscheiden sie mehr als hinreichend von denselben.

Dieses letztere Merkmal trennt sie auch deutlich vom guineischen Breitschwanzschuppenthiere *(Phatages guineensis)*, mit welchem sie gleichfalls grosse Ähnlichkeit hat.

Die allgemeine Körperform ist dieselbe wie jene des Sennaar-Breitschwanzschuppenthieres *(Phatages Hedenborgii)*.

Der Schwanz ist lang, doch um $^1/_4$ kürzer als der Körper, sehr breit und an seinem Ende abgerundet.

Die Rückenschuppen sind in 13 Längsreihen gestellt und die Mittelreihe derselben reicht nicht ganz bis an das Ende des Schwanzes.

Die Schuppen sind gross und sehr breit, aber länglich und von Längsstreifen durchzogen, jene der mittleren Reihe des Rückens aber nur an der Wurzel.

Die Färbung der Schuppen ist blassbraun.

Gesammtlänge	2′	5″.		Nach A. Smith.
Körperlänge	1′	4″	6‴.	
Länge des Kopfes		3″	6‴.	
„ des Rumpfes	1′	1″.		
„ des Schwanzes . . .	1′		6‴.	
Breite des Schwanzes an der Wurzel auf der Unterseite		5″	3‴.	
Entfernung der Augen von der Schnauzenspitze . . .		1″	7‴.	

Entfernung der Augen von
den Ohren . . . . 10‴. Nach A. Smith.
Schulterhöhe . . . . 6″ 6‴.

Vaterland. Süd- und Südost-Afrika, wo der Verbreitungsbezirk dieser Form vom 12. bis zum 35. Grade Südbreite hinabzureichen scheint. Smuts entdeckte sie in der Cap Colonie, wo sie später auch von A. Smith im nördlichen Theile der Colonie und im Kaffernlande bis gegen den Wendekreis des Steinbockes angetroffen wurde. Steedman traf sie im Beetjuanenlande in der Gegend von Latakoo und Peters in Mozambique.

Das Britische Museum zu London befindet sich im Besitze dieser Art.

III. SITZUNG VOM 18. JÄNNER 1872.

Herr Director Dr. K. Hornstein in Prag übersendet eine Abhandlung: „Über die Bahn der Dione (106)" vom Herrn Aug. Seydler, Assistenten an der k. k. Prager Sternwarte.

Herr Dr. F. Šofka zu Leipnik in Mähren übermittelt folgende kleinere Abhandlungen:

1. „Mathematische Begründung des Faucault'schen Versuches".
2. „Über Luftelektricität, besonders bei Gewittern".
3. „Einfluss der Sternschnuppen auf das Wetter".
4. „Meteorologisches über die Unstatthaftigkeit des Dalton'schen Gesetzes der Diffusion der Gase".
5. „Experimentelle Rechtfertigung des Princips der kosmischen Abkühlungen".
6. „Über einige Kennzeichen der Theilbarkeit jeder Zahl durch jede beliebige andere".

Herr Roblin zu Courseulles-sur-Mer (Calvados), übermittelt die Abschrift eines an das Institut de France (Section des Sciences) gerichteten Schreibens, betreffend ein von ihm entdecktes, angeblich neues astronomisches System.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Académie Royale des Sciences à Amsterdam: Verhandelingen. Afdeel. Natuurkunde, XII. deel. 1871; Afdeel. Letterkunde, V. & VI. deel. Amsterdam, 1870 & 1871; 4°. — Verslagen en Mededeelingen. Afdeel. Natuurkunde, II. Reeks, IV. & V. deel. 1870 & 1871; Afdeel. Letterkunde, XII. deel, 1869 & II. Reeks, I. deel, 1871. Amsterdam; 8°. — Jaarboek voor 1869 & 1870. Amsterdam; 8°. — Processen Verbaal. 1869/70 & 1870/71. 8°. — Esseiva, Petrus, *Urania. Carmen didascalium. Amstelodami,* 1870; 8°.

Accademia, R., delle Scienze di Torino: Atti. Vol. V, Disp. 1ª — 7ª (Nov. 1869 — Giugnio 1870); Appendice al Volume IV degli „Atti". Torino; 8°. — Notizia storica dei lavori fatti dalla classe di scienze fisiche e matematiche negli anni 1864 e 1865. Dal prof. Ascanio Sobrero. Torino, 1869; 8°. — Bollettino meteorologico ed astronomico del R. Osservatorio dell' Università di Torino. Anno IV. 1869. 4°.

Astronomische Nachrichten. Nr. 1873. (Bd. 79. 1.) Altona, 1872; 4°.

Bonn, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften aus d. J. 1869. 4° & 8°.

Freiburg i. Br., Universität: Akademische Gelegenheitsschriften aus d. J. 1870/71. 4° & 8°.

Gesellschaft, Naturforschende, in Zürich: Vierteljahrsschrift. XV. Jahrgang, 4. Heft; XVI. Jahrgang, 1. & 2. Heft. Zürich, 1870 & 1871; 8°.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXXIII. Jahrgang, Nr. 2—3. Wien, 1872; 4°.

Giessen, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften aus d. J. 1869—1871. 4° & 8°.

Grunert, Joh. Aug., Archiv der Mathematik und Physik. LIII. Theil, 4. Heft. Greifswald, 1871; 8°.

Journal für praktische Chemie, von H. Kolbe. N. F. Band IV, 9. Heft. Leipzig, 1871; 8°.

Lotos. XXI. Jahrg. November & December 1871. Prag; 8°.

Nature. Nr. 115, Vol. V. London, 1872; 4°.

Société Hollandaise des Sciences à Harlem: Natuurkundige Verhandelingen. 3. Serie. Band I. (3 Hefte.) Harlem, 1870; 4°. — Archives Néerlandaises des Sciences exactes et naturelles. Tome V, 1re — 5e livraisons. (1870); Tome VI, 1re — 3e livraisons (1871). La Haye, Bruxelles, Paris, Leipzig, Londres & New-York; 8°.

— des Sciences naturelles de Neuchatel: Bulletin. Tome IX, 1er Cahier. Neuchatel, 1871; 8°.

— Botanique de France: Bulletin. Tome XVIII. (1871). Comptes rendus 1. Paris; 8°.

Society, The Royal, of London: Philosophical Transactions for the Year 1870. Vol. 160. Part I. London, 1870; 4°. —

Proceedings. Vol. XVIII. Nr. 119—122; Vol. XIX, Nr. 123. London, 1870; 8⁰. — Catalogue of Scientific Papers (1800 to 1863). Vol. IV. London, 1870; 4⁰.

Society, The Royal, of Victoria: Transactions. Part II. Vol. IX. Melbourne, 1869; 8⁰.

— The Astronomical, of London: Transactions. Vols. XXXVII & XXXVIII (1869—1871). London; 4⁰. — Monthly Notices. Vols. XXVIII—XXX. (1867—1870). — A General Index to the first XXIX Volumes of the Monthly Notices. London, 1870; 8⁰.

— The Anthropological, of London: Journal of Anthropology. 1870, Nr. I—III. 8⁰. — Journal of the Anthropological Institute of Great Britain and Ireland. Vol. I, Nr. 1 (January to July 1871.) London; 8⁰.

— The Royal Edinburgh: Transactions. Vol. XXVI, Part I. for the Session 1869—70. 4⁰. — Proceedings. Session 1869—1870. Vol. VII, Nrs. 80—81. 8⁰.

— The Edinburgh Geological: Transactions. Vol. I, Part 3. Edinburgh, 1870; 8⁰.

Upsala, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften aus d. J. 1871. 4⁰ & 8⁰.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXII. Jahrgang, Nr. 2. Wien, 1872; 4⁰.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

LXV. Band.

ERSTE ABTHEILUNG

2.

Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Mineralogie, Botanik, Zoologie, Anatomie, Geologie und Paläontologie.

IV. SITZUNG VOM 1. FEBRUAR 1872.

Herr Prof. L. Gegenbauer in Krems übersendet eine Abhandlung: „Beiträge zur Theorie der linearen Differentialgleichungen."

Herr Dr. Hermann Fritz in Zürich übermittelt das Manuscript eines von ihm zusammengestellten „Nordlicht-Kataloges".

Herr Prof. Dr. H. Hlasiwetz macht eine vorläufige Mittheilung über eine vom Herrn Prof. Weselsky entdeckte neue Säure aus der Aloë.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Académie Royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique: Mémoires. Tome XXXVIII. Bruxelles, 1871; 4°. — Mémoires couronnés in 4°. Tomes XXXV & XXXVI. (1870 & 1871.) — Annuaire. 1871. (XXXVII° Année.) Bruxelles; 12°. — Compte rendu des séances de la Commission R. d'histoire. III° Série. Tome XII°, 1er à III° Bulletins. Bruxelles, 1870; 8°. Biographie Nationale. Tome III°, 1re partie. Bruxelles, 1870; gr. 8°. — Observations des phénomènes périodiques pendant l'année 1869. 4°.

Akademie der Wissenschaften, Königl. Preuss., zu Berlin: Monatsbericht. September, October & November 1871. Berlin; 8°.

Annalen der Chemie & Pharmacie, von Wöhler, Liebig & Kopp. N. R. Band LXXXV, Heft 1. Leipzig & Heidelberg, 1872; 8°.

Apotheker-Verein, allgem. österr.: Zeitschrift. 10. Jahrg., Nr. 2—4. Wien, 1872; 8°.

Astronomische Nachrichten. Nr. 1874 (Bd. 79. 2). Altona, 1872; 4°.

Bericht über den Handel, die Industrie und die Verkehrsverhältnisse in Nieder-Österreich während des Jahres 1870. Erstattet von der Handels- und Gewerbekammer in Wien. Wien, 1871; 8°.

Berliner Astronomisches Jahrbuch für 1871 & 1872. Berlin, 1869 & 1870; 8°.

Bibliothèque Universelle et Revue Suisse: Archives des Sciences physiques et naturelles. N. P. Tome XLII. Nrs. 168. Genève, Lausanne, Paris, 1871; 8°.

Comitato, R., Geologico d'Italia: Bollettino. Anno 1871, Nr. 9—12. Firenze; 8°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXIV, Nrs. 1—2. Paris 1872; 4°.

Ferdinandeum für Tirol & Vorarlberg: Zeitschrift. 3. Folge. XVI. Heft. Innsbruck, 1871; 8°.

Genootschap, Bataviaasch, van Kunsten en Wetenschappen: Tijdschrift voor Indische taal-, land- en volkenkunde. Deel XIX. (Zevende serie. Deel I), Aflev. 1—6. Batavia & 'sHage, 1869—1870; 8°. — Notulen. Deel VII (1869), Nr. 2—3. Batavia, 1869 & 1870; 8°.

Gesellschaft, österr., für Meteorologie: Zeitschrift. VII. Band, Nr. 1—2. Wien, 1872; 4°.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXXIII. Jahrg., Nr. 4. Wien, 1872; 4°.

Istituto, R., Veneto di Scienze, Lettere ed Arti: Atti. Tomo I°, Serie IV^a, disp. 1^a. Venezia, 1871—72; 8°.

Journal für praktische Chemie, von H. Kolbe. N. F. Band IV, 10. Heft. Leipzig, 1871; 8°.

Landbote, Der steirische. 5. Jahrgang, Nr. 2. Graz, 1872; 4°.

Landwirthschafts-Gesellschaft, k. k., in Wien: Verhandlungen und Mittheilungen. Jahrgang 1872, Nr. 1. Wien; 8°.

Mittheilungen des k. k. technischen und administrativen Militär-Comité. Jahrgang 1872, 1. Heft. Wien; 8°.

— aus J. Perthes' geographischer Anstalt. 18. Band, 1872, I. Gotha; 4°.

Nature. Nrs. 116—117, Vol. V. London, 1872; 4°.

Observatoire Royal de Bruxelles: Annales. Tome XX. Bruxelles, 1870; 4°.

Observatory of Trinity College, Dublin: Astronomical Observations and Researches made at Dunsink. Firt Part. Dublin, 1870; 4°.

Quetelet, Ad., Anthropométrie ou mesure des différentes facultés de l'homme. Bruxelles, Leipzig & Gand, 1870; gr. 8°.

Reichsanstalt, k. k. geologische: Verhandlungen. Jahrgang 1871, Nr. 17—18; Jahrgang 1872, Nr. 1. Wien; 4°.

Reichsforstverein, österr.: Österr. Monatsschrift für Forstwesen. XXI. Band, Jahrg. 1871, November & December-Heft. Wien; 8°.

„Revue politique et littéraire", et „La Revue scientifique de la France et de l'étranger". I[re] Année (2[e] Série), Nrs. 29—31. Paris & Bruxelles, 1872; 4°.

Société des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux: Mémoires. Tome VI, Sig. 10—29 (1868); Tome VIII, 1[er] Cahier (1870). Paris & Bordeaux; 8°.

— Impériale de médecine de Constantinople: Gazette médicale d'Orient. XV[e] Année, Nrs. 2—10. Constantinople, 1871—1872; 4°.

— Entomologique de France: Annales. IV[e] Série. Tome X[e] (1870), et Partie supplémentaire du tome X[e] (1871). Paris; 8°.

— Philomatique de Paris: Bulletin. Tome VII[e], Avril—Décembre 1870. Paris; 8°.

— des Ingénieurs civils: Mémoires et Compte rendu des travaux. 3[e] Série. 23[e] Année, 3[e]—4[e] Cahiers. Paris, 1870; 8°.

Society, The Asiatic, of Bengal: Journal. Part I, Nr. 4. 1870; Part I, Nr. 1. 1871; Part II, Nr. 2. 1871. Calcutta; 8°. — Proceedings. 1871, Nrs. II, V, VI, VII. Calcutta; 8°.

— The Royal Geological, of Ireland: Journal. Vol. XIII, Part 1. (Vol. III, Part. 1. New Series.) 1870—71. London & Dublin, 1871; 8°.

— The Royal Astronomical, of London: Memoirs. Part I, Vol. XXXIX, 1870—1871. London, 1871; 4°; A General Index to the first 38 Volumes of the Memoirs. London, 1871; 8°. — Monthly Notices. Vol. XXXI. London, 1871; 8°. — Williams, John, Observations of Comets, from B. C. 611 to A. D.

1840. Extracted frome the Chinese Annals. London, 1871; 4°.
— Brünnow, Francis, Tables of Iris. Dublin, 1869; 4°.

Vereeniging, K. Natuurkundige in Nederlandsch Indië: Natuurkundige Tijdschrift. Deel XXIX (VI. Serie, Deel IV), Aflev. 5—6; Deel XXX (VI. Serie, Deel V), Aflev. 1—2; Deel XXXI (VII. Serie, Deel I), Aflev. 1—3. Batavia & 's Gravenhage, 1867 & 1869; 8°.

Vierteljahresschrift, österr., für wissenschaftliche Veterinärkunde. XXXVI. Band, 2. Heft. (Jahrgang 1871. IV.) Wien; 8°.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXII. Jahrgang, Nr. 3—4. Wien, 1872; 4°.

Zeitschrift für Chemie von Beilstein, Fittig & Hübner. XIV. Jahrgang. N. F. VII. Bd., 14. Heft. Leipzig, 1871; 8°.
— des österr. Ingenieur- & Architekten-Vereins. XXIII. Jahrgang (1871), 17. & 18. Heft; XXIV. Jahrgang, 1. Heft. Wien, 1872; 4°.

V. SITZUNG VOM 8. FEBRUAR 1872.

Der Secretär legt folgende eingesendete Abhandlungen vor:

„Note über die Bessel'schen Functionen zweiter Art", vom Herrn Prof. L. Gegenbauer in Krems.

„Über die Temperatur Constante", vom Herrn Prof. Simon Šubić in Graz.

Herr Prof. L. Boltzmann in Graz übersendet die vorläufige Anzeige einer Abhandlung, in welcher der Beweis geliefert wird, dass die von Maxwell gefundene die einzig mögliche schliessliche Zustandsvertheilung unter einatomigen Gasmolecülen ist.

Herr Prof. Dr. Jul. Wiesner übermittelt einen Bericht über die von der Nordpolfahrt der Herren Weyprecht und Payer mitgebrachten Treibhölzer aus dem nördlichen Polarmeere, welche ihm von der k. Akademie zur Untersuchung übergeben worden sind.

Herr Dr. A. Boué legt eine Abhandlung: „Über die Mächtigkeit der Formationen und Gebilde" vor.

Herr Prof. Dr. V. v. Lang überreicht eine Abhandlung: „Über das schwefelsaure Äthylendiamin".

Herr stud. phil. Herm. Frombeck übergibt eine Abhandlung, betitelt: „Die Analoga der Fourier'schen Integrale".

Herr Prof. Dr. J. Seegen überreicht eine Abhandlung: „Über eine Methode, um minimale Mengen Zucker im Harne mit grösserer Bestimmtheit nachzuweisen".

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Accademia Pontificia de' Nuovi Lincei: Atti. Anno XXV, Sess. 1ª. Roma, 1872; 4°.

Akademie, Südslavische, der Künste und Wissenschaften zu Agram: Rad. Knjiga XVII. U Zagrebu, 1871; 8°.

Anales del Museo público de Buenos-Aires. Entrega VII[a] (I[a] del tomo II°). Buenos Aires, Paris & Halle, 1870; 4°.

Becker, Friedrich, Impfen oder Nichtimpfen! Berlin, 1872; 8°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXIV, Nrs. 3—4; Paris, 1872; 4°.

Gelehrten-Gesellschaft, k. k. in Krakau: Rocznik, Tom XVIII & XIX. W Krakowie, 1870 & 1871; 8°. — Sprawozdanie komisyi fizyograficznéj. Tom V. W Krakowie, 1871; 8°. — Historya wyzwolonéj rzeczypospolitéj wpadającej pod jarzmo domowe za panowania Jana Każmierza. (1655—1660.) Tom I. Kraków, 1870; 8°. Lud. Serya V. Krakowskie. Część I. Kraków, 1871; 8°. — Wykład Bajik Krasickiego Wraz z tekstem tychże przez G. Ehrenberga. Kraków, 1871; 8°.

Gelehrten-Verein, serbischer, zu Belgrad: Glasnik. XXX. XXXI. Band. Belgrad, 1871; 8°.

Gesellschaft, Naturforschende, in Danzig. Schriften. N. F. II. Bandes, 3. & 4. Heft. Danzig, 1871; 4°.

— — zu Freiburg i. Br.: Festschrift zur Feier ihres 50jährigen Jubiläums. Freiburg i. Br., 1871; 8°.

— der Wissenschaften, K., zu Kopenhagen: Skrifter. 5 Raekke, histor. og philos. Afd., 4. Bd. IV—VI; naturvidensk. og mathem. Afd., 8. Bd. VI—VII, 9. Bd. I—IV. Kjøbenhavn, 1869—1871; 4°. — Oversigt. 1868, Nr. 6; 1869, Nr. 3—4; 1870, Nr. 1—3; 1871, Nr. 1. Kjøbenhavn; 8°. — *Symbolae Caricologicae. Autore S. Drejer. Hafniae, 1844; folio.*

— Astronomische, in Leipzig: Vierteljahrsschrift. VI. Jahrgang, 4. Heft. Leipzig, 1871; 8°.

— Geographische, in Wien: Mittheilungen. Bd. XV (neuer Folge V), Nr. 1. Wien, 1872; 8°.

Hinrichs, Gustavus, The School Laboratory. Vol. I, Nrs. 3 & 4. Iowa City, 1871; 8°.

Instituut, K. Nederlandsch Meteorologisch: Nederlandsch Meteorologisch Jaarboek voor 1869. II. Deel; voor 1870, I. Deel. Utrecht, 1870; Quer-4°.

Jena, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften aus dem Halbjahr 1871. 4° & 8°.

Königberg, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften aus d. J. 1871. 4° & 8°.

Landbote, Der steirische. 5. Jahrgang, Nr. 3. Graz, 1872; 4°.

Landwirthschafts-Gesellschaft, k. k., in Wien: Verhandlungen & Mittheilungen. Jahrgang 1872, Nr. 2. Wien; 8°.

Laube, Gust. C., Die Echinoiden der österr.-ungar. oberen Tertiärablagerungen. (Abhdlgn. der k. k. geol. Reichsanstalt, Bd. V, Heft Nr. 3.) Wien, 1871; 4°.

Musée Teyler: Archives. Vol. III, fasc. 2°. Harlem, Paris & Leipzig, 1871; 4°.

Nature. Nr. 118, Vol. V. London, 1872; 4°.

Observatory, The Royal, Greenwich: Results of the Magnetical and Meteorological Observations, 1868. — Results of the Astronomical Observations, 1868. — **Breen**, Correction of Bouvard's Elements of Jupiter and Saturn. (Appendix I. to Greenwich Observations, 1868.) — New Seven-Year Catalogue of 2760 Stars etc. (Appendix II. to Greenwich Observations, 1868.) 4°.

Radcliffe Observatory: Results of Astronomical and Meteorological Observations, in the Year 1868. Vol. XXVIII. Oxford, 1871; 8°.

Reichsanstalt, k. k. geologische: Jahrbuch. Jahrgang 1871. XXI. Band. Nr. 4. Wien; 4°.

Report on Barraks and Hospitals with Descriptions of Military Posts. Washington, 1870; 4°.

Reports on Observations of the Total Solar Eclipse of December 22, 1870. Washington, 1871; 4°.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXII. Jahrgang, Nr. 5. Wien, 1872; 4°.

Untersuchung einiger Treibhölzer aus dem nördlichen Eismeere.

Von Prof. Dr. **Julius Wiesner.**

Ich erlaube mir in den nachfolgenden Zeilen über einige Treibhölzer aus dem nördlichen Eismeere zu berichten, welche von der Nordpolfahrt der Herren Schiffslieutenant K. Weyprecht und Oberlieutenant J. Payer mitgebracht, von dem erstgenannten Herrn der hohen Akademie der Wissenschaften übersendet, und von der mathematisch-naturwissenschaftlichen Classe mir zur Untersuchung übergeben wurden.

Alle mir übermittelten Treibhölzer — fünf an Zahl — stammen von Coniferen ab. Nach unseren heutigen Kenntnissen über die Anatomie des Nadelholzstammes liess sich ferner den Proben entnehmen, dass sie durchwegs von oberirdischen Stämmen herrührten, welcher Umstand die weitere Untersuchung sehr vereinfachte und erleichterte; und dass die Bäume, welchen sie entstammten, der Familie der Abietineen angehören.

Es liess sich ferner mit aller Bestimmtheit feststellen, dass die Bäume, von welchen die Treibhölzer abstammten, der Gattung *Pinus* in ihrer heutigen Definirung nicht zugehört haben konnten. Namentlich sind ausgeschlossen: *Pinus silvestris* L., *P. Pumilio* Hänke, *P. nigricans* Host, *P. Pinea* L., *P. Cembra* L., *P. Korariensis* Sieb. et Zucc., *P. strobus* L., *P. Lambertiana* Dougl., *P. ponderosa* Dougl., *Pinus rigida* Mill., *P. pungens* Mich. und *P. Banksiana* Lamb.; mithin alle echten *Pinus*-Arten, welche dem nördlichen Waldgebiet der Erde angehören, also von der nördlichen Baumgrenze bis etwa zum 50° N. B. hinabreichen. Es sind aber auch alle südlicher auftretenden echten *Pinus*-Arten, ferner die Dammaren und Araucarien völlig ausgeschlossen. Die Stammbäume konnten mithin nur den Gattungen *Abies* und *Larix* angehören.

Bei der näheren Bestimmung der Holzart habe ich mich genau an die morphologischen Verhältnisse gehalten, und habe pflanzengeographische und überhaupt geographische Erwägungen hierbei nicht in Betracht gezogen. Ich gelangte bei der Untersuchung aller Treibholzstücke zu dem Resultate, dass die Bäume, welchen sie entstammten, der Fichte (*Abies excelsa* DC., mit Einschluss der nordasiatischen Standortsvarietät *A. obovata* Loudr.) und einer Form der Lärche (*Larix europaea* DC.) angehören, welche dem nördlichen Asien eigenthümlich ist, die von Ledebour als *L. sibirica* beschrieben wurde, aber jetzt wohl allgemein nicht als selbstständige Species, sondern blos als Standortsvarietät der europäischen Lärche angesehen wird [1].

Um in der Nachweisung der Holzart möglichst sicher zu gehen, habe ich alle mir zugänglichen *Abies*- und *Larix*-Arten in den Vergleich hineingezogen. Ausser Fichten- und Lärchenholz untersuchte ich noch das Holz der Tanne (*Abies pectinata* DC.), ferner das Holz von *Abies canadensis* Mich., *A. balsamea* Mill., *A. Douglasii* Lindl., *Abies rubra* Lam., *A. alba* Mich. und *A. mikrophylla* Rafin. Einige, indess nur in beschränkter Menge auftretende nordamerikanische *Larix*- und *Abies*-Arten konnte ich zum Vergleiche nicht erlangen; ebenso mangelte mir das Holz von *Abies Pichta* Forb. (= *A. sibirica* Ledeb.). Aber die mikroskopischen Charaktere der untersuchten Holzarten waren in jedem Falle so ausgeprägt; es unterschieden sich namentlich Fichten- und Lärchenholz so bestimmt von allen übrigen der untersuchten Holzarten, dass ich mit Sicherheit aussprechen kann: ein Theil der Treibhölzer rührt von der Fichte, der andere von der sibirischen Lärche her.

Es ist nach unseren Kenntnissen über die Verbreitungsbezirke der beiden genannten Baumarten keinem Zweifel unterlegen, dass die mir übersendeten Treibhölzer von Baumarten abstammen, welche dem Waldgebiete des östlichen Continents (Grisebach l. c.) und zwar dessen Nadelholzzone, etwa gelegen zwischen 60—72° N. B. und 10° W. G. — 170° O. Gr. angehören.

---

[1] Vgl. Grisebach. Die Vegetation der Erde. Leipzig 1872. I. p. 93.

Das Fichtentreibholz mag von der skandinavischen Küste oder der Nordküste Europa's ins Polarmeer gelangt sein; ebenso gut möglich ist es aber, dass es aus den nordasiatischen Stromthälern, in welchen die Fichte (*Abies obovata* Loudr., Standortsvarietät der Fichte) häufig vorkömmt, herrührt. Hingegen ist nicht zu bezweifeln, dass das Lärchentreibholz aus dem nördlichen Sibirien, dem Verbreitungsbezirke der *Larix sibirica*, in das Eismeer hinaufgetrieben wurde.

Einige der Treibhölzer (sowohl Fichten- als Lärchenholz) rühren, wie unten noch näher gezeigt werden soll, entschieden von hochnordischen Bäumen her und die Jahrringentwickelung dieser Hölzer lässt schliessen, dass die Bäume, von welchen sie herstammen, an den nördlichen Baumgrenzen oder doch in deren Nähe sich entwickelt haben mussten. Da alle von mir gesehenen aus dem Norden Europa's und von Skandinavien stammenden Fichtenhölzer eine relativ stärkere Jahrringentwicklung erkennen liessen, als an den genannten Treibhölzern zu bemerken war, so halte ich die Herkunft auch der Fichtentreibhölzer aus dem nördlichen Asien für wahrscheinlicher, als ihre europäische Abstammung.

Im Anschlusse an diese Endergebnisse meiner Untersuchungen erlaube ich mir noch die Resultate meiner Beobachtungen über die Jahrringentwickelung der mir zugesendeten Treibhölzer, ferner die mikroskopischen Kennzeichen des Holzes der europäischen und sibirischen Lärche, endlich einige Wahrnehmungen über die Veränderungen mitzutheilen, welche die Treibhölzer während ihres gewiss langen Aufenthaltes im Wasser des Polarmeeres erlitten haben.

Die Beobachtungen über die Jahrringentwicklung dürften insoferne einigen Werth haben, als über den Holzzuwachs an hochnordischen Bäumen kaum mehr bekannt ist, als dass selber ein sehr geringer ist. — Über die mikroskopische Erkennung des Lärchenholzes liegen bis jetzt nur sehr unvollständige Beobachtungen vor, welche als Grundlage für die Untersuchung der Treibhölzer nicht ausreichten. Ich musste deshalb genaue Studien über die Histologie dieser Holzart anstellen, deren Ergebnisse wohl auch in der Folge zur Erkennung des Lärchenholzes dienlich sein dürften. — Auch die Veränderungen, welche

die Treibhölzer beim Liegen in Wasser erlitten haben, dürften einiges Interesse in Anspruch nehmen, da sie einen kleinen Beitrag zur Kenntniss der Zerstörungserscheinungen des Holzes liefern.

I. Beobachtungen über die an den Treibhölzern vorkommende Jahrringentwickelung.

1. Treibholz von der Hope-Insel. Dieses Holz stimmt in der Form, Grösse und Structur der Holzzellen genau mit dem Holze von *Abies excelsa* überein. Auch die Ausbildung der Markstrahlen stimmt, bis auf ein, gewiss nicht schwer ins Gewicht fallendes Moment genau; es treten nämlich in den Markstrahlen dieses Treibholzes weniger Intercellularräume als im gewöhnlichen europäischen Fichtenholze auf. Dieser kleine Unterschied mag vielleicht zwischen dem Holze der gewöhnlichen Fichte und jenem der Form *Abies obovata* bestehen, was weitere Untersuchungen zu entscheiden haben werden.

Der Durchmesser des Stammes beträgt 7·8 Centim. Die Jahresringe sind deutlich zählbar. Ihre Zahl beträgt 80. Die mittlere Jahrringbreite der mitteleuropäischen Fichten beträgt durchschnittlich das 5—7fache. Es kommen allerdings auch bei uns, freilich nur selten, Fichten mit sehr schmalen Jahrringen vor, nämlich im Schatten anderer Bäume erwachsene. Solche Fichten mit „unterdrücktem Wuchse" unterscheiden sich aber durch die relative Kleinheit ihrer inneren Jahresringe, welche nicht um vieles breiter sind, als die äusseren, sofort von normal entwickeltem Holze, welches innen breite, aussen schmale Jahresringe besitzt. Genau dasselbe Verhältniss, nämlich die Abnahme der Jahresringe vom Centrum des Stammes gegen die Peripherie zu, lässt sich auch an dem Treibholze nachweisen; es ist mithin keinem Zweifel unterlegen, dass es von einem hochnordischen Baume herrührte.

Mittlere Breite der innersten Jahresringe	. .	1·0	Millim.
„ „ „ mittleren „	. .	0·52	„
„ „ „ äussersten „	. .	0·29	„

Einzelne Jahresringe hatten nur eine Breite von 0·094 Millim., die kleinste Jahrringbreite, die wohl bis jetzt am Fichtenholze, welches nicht unterdrückt wuchs, und wohl überhaupt an Nadelhölzern bis jetzt beobachtet wurde. Die genannten kleinsten Jahrringe bestanden blos aus 8—10 Zellreihen. 2—3 Reihen gehörten dem dichten Herbstholze, die übrigen 6—7 dem lockern Frühlings- und Sommerholze an.

2. Treibholz, auf hoher See 77° 12′ N. B., 57° 30′ O. Gr. aufgefunden. Nach Weyprecht findet sich in diesen und noch höheren Breiten viel Treibholz.

In anatomischer Beziehung stimmt dieses Holz mit dem vorigen genau überein. Auch hier fanden sich in den Markstrahlen weniger Intercellularräume, als beim gewöhnlichen Fichtenholze. Der Durchmesser beträgt 10·1 Centim. Anzahl der Jahrringe 61. Mittlere Jahrringbreite = 1·65 Millim. Nach der starken Abnahme in der Jahrringbreite vom Centrum gegen die Peripherie hin zu schliessen, wuchs auch der Baum, von welchem dieses Holz herrührte, im Lichte, und da auch hier die mittlere Jahrringbreite tief unter der normalen Grösse steht, kann man mit Recht annehmen, dass auch dieses Treibholz von einem nordischen Baume herrührt.

3. Treibholz, auf hoher See, 75° 5′ N. B., 26° 20′ O. Gr. Nach Weyprecht das einzige Stück, welches auf so niederer Breite aufgefunden wurde.

Der anatomische Bau deutet mit Bestimmtheit auf die hochnordische Form der Lärche, nämlich auf *Larix sibirica*. Durchmesser des Querschnittes 20·7 Centim. Die Jahrringe sind nicht genau zählbar. Ihre Anzahl beläuft sich auf 230—240. Die mittlere Jahrringbreite beträgt mithin circa 0·87 Millim., also blos etwa den dritten Theil der Jahrringbreite unserer Lärche. Die äussersten Jahrringe zeigen oft nur eine Breite von 0·1 Millim. und selbst noch darunter. Einige der äussersten Jahrringe bestehen nur aus 3—5 Zellreihen, darunter 1—2 Reihen Herbstholzzellen und 2—3 Reihen Frühlings- und Sommerholzzellen. Dass Jahresringe mit nur drei Zellreihen existiren, ist bis jetzt wohl noch nicht beobachtet worden.

4. Treibholz von der Hope-Insel. Mittlerer Querdurchmesser des höchst unregelmässig gestalteten, vom Gipfel des Baumes herrührenden Stückes 14·5 Centim. Mittlerer Durchmesser der Jahrringe 1·2 Millim, dem anatomischen Baue nach Fichtenholz.

5. Treibholz vom Südcap Spitzbergens. Nach Weyprecht findet sich dort viel Treibholz derselben Gattung.

Nach dem anatomischen Baue zu schliessen, Holz der sibirischen Lärche.

Durchmesser des Querschnittes 12·9 Centim. Anzahl der Jahrringe 74. Mithin durchschnittliche Breite 1·74 Millim. Die Lärche, von welcher dieses Treibholz herrührte, hatte entschieden nicht jenen hochnordischen Standort, wie jener Lärchbaum, von welchem das Treibholz Nr. 3 herrührte.

II. Die mikroskopischen Kennzeichen des Lärchenholzes.

Es existirt bis jetzt keine genaue, auf histologischen Beobachtungen fussende Charakteristik des Lärchenholzes. Was Schacht [1] hierüber anführt, reicht ebensowenig zur sicheren Unterscheidung des Lärchenholzes von den übrigen Hölzern der Coniferen aus, als dasjenige, was ich selbst gelegentlich über den anatomischen Bau dieser Holzart angeführt habe [2].

Die nachfolgenden Mittheilungen werden lehren, dass das Holz der sibirischen Lärche mit dem der europäischen Lärche übereinstimmt, dass aber dennoch gewisse Merkmale bestehen, durch welche man das Holz dieser zwei Formen einer und derselben Baumart ebenso zu unterscheiden vermag, wie man durch gewisse äussere Kennzeichen, auf die der Autor der *Larix sibirica* zuerst aufmerksam machte, die beiden Bäume auseinander halten kann.

Wie ich für das Holz der Tanne *(Abies pectinata)* und der Fichte schon früher gezeigt habe [3], geben auch bei der Lärche

---

[1] Der Baum. p. 378.

[2] Einleitung in die technische Mikroskopie. p. 149.

[3] L. c. p. 146 ffd.

die Markstrahlenzellen die wichtigsten Unterscheidungsmerkmale ab. Doch darf nicht übersehen werden, dass das Lärchenholz bedeutend breitere Holzzellen besitzt als das Holz der Fichte und Tanne, mit welchen beiden Holzarten das genannte Holz unter allen Coniferenhölzern die relativ grösste Übereinstimmung zeigt. Die mittlere Breite der weitesten Holzzellen (Sommerholzzellen) beträgt bei der Tanne 0·030, bei der Fichte 0·036, bei der Lärche 0·050 Millim. Letztere Zahl bezieht sich auf das Holz der europäischen Lärche. Die Sommerholzzellen der sibirischen Lärche sind noch etwas breiter; ihre Breite beträgt im Mittel 0·056 Millim. Auch sind viele Holzzellen des Lärchenholzes mit zwei- oder dreireihigen Tüpfeln versehen, während die Holzzellen des Tannen- stets, die des Fichtenholzes fast immer nur einreihig getüpfelt sind. Am sibirischen Lärchenholz kommen nicht selten dreireihig getüpfelte Holzzellen vor, was ich an unserem Lärchenholze noch nie beobachtet habe.

Schon diese Charaktere geben dem Lärchenholze ein Gepräge, durch welches das geübte Auge diese Holzart von dem im Baue naheverwandten Fichten- und Tannenholze leicht unterscheiden wird. Weitere Anhaltspunkte zur Unterscheidung geben die Markstrahlen. Im tangentialen Längsschnitte erscheinen sie als braune, verharzende Zellreihen oder Zellgruppen. Zwischen zahlreichen einreihigen schmalen Markstrahlen erscheinen einzelne breite, mit einem oder zwei, häufig harzerfüllten Intercellularräumen versehen.

Auf eine Tangentialfläche des Holzes der Tanne kommen im Mittel auf 1□Mm. 310 (einreihig angeordnete) Markstrahlenzellen zu liegen; bei der Fichte 220, bei der gewöhnlichen Lärche 270, bei der sibirischen Lärche etwas weniger, etwa 250—260. Bei Fichte und Lärche sind die Markstrahlenzellen sowohl ein- als mehrreihig angeordnet.

Die Markstrahlenzellen des Lärchenholzes nähern sich in ihrem Baue allerdings sehr jenen des Fichtenholzes, unterscheiden sich aber doch auf das bestimmteste von diesen durch die nach der Richtung einer steilen Spirale angelegten Tüpfelspalten an den radialen Längswänden.



III. Beobachtungen über die Veränderungen, welche die Treibhölzer beim Aufenthalte im Wasser erfuhren.

Alle Treibhölzer des Eismeeres, welche mir zur Untersuchung übersendet worden sind, sind aussen vergraut. Es treten hier alle Eigenthümlichkeiten der Vergrauung: Umwandlung der Zellwand in chemisch reine Cellulose, Isolirung der Zellen durch Auflösung der Intercellularsubstanz, Zerstörung der freigelegten Zellen durch Pilzmycelien u. s. w. auf, über die ich schon früher in meinen Untersuchungen über die Zerstörung des Holzes an der Atmosphäre ausführlich berichtet habe [1].

Höchst bemerkenswerth ist die Thatsache, dass die Intercellularsubstanz selbst der inneren Partien der Treibhölzer stark angegriffen und stellenweise ganz aufgelöst wurde, wodurch der Zusammenhang der Holzgewebes stark gelockert wurde. Die Zellwände haben hierbei keine Bräunung erlitten. Im Gegentheile, es ist nicht nur keine Bildung von Huminkörpern eingetreten, die Zellwände des Holzes wurden vielmehr ausgewaschen, so dass sie der chemisch reinen Cellulose näher stehen als jene des unveränderten Holzes. Das lange Liegen der Treibhölzer im Wasser des Polarmeeres hat mithin jene Veränderung selbst im Innern des Holzes hervorgerufen, die ich als Vergrauung des Holzes bezeichnet habe. Während also unter dem Einflusse unserer klimatischen Verhältnisse ein der Wirkung des Wassers fortwährend preisgegebenes Holz, wie ich in der genannten Abhandlung dargethan habe, durch successive Umsetzung des Zellstoffes der Zellwand in Huminkörper die Erscheinungen der Bräunung oder staubigen Verwesung darbietet; unterbleibt an den in den Polargewässern treibenden Hölzern die Huminbildung, sie unterliegen vielmehr dem Grauwerden durch Reinwaschung der Zellwände und durch Auflösung der Intercellularsubstanz.

Ich habe an den Holzzellen der Lärchentreibhölzer auch eine, gewiss mit dem feineren Baue dieser Elementarorgane im Zusammenhange stehende Zerstörungserscheinung wahrgenom-

---

[1] Sitzungsberichte der kais. Akademie der Wiss. B. 49. p. 61 ffd.

men, deren ich hier kurz Erwähnung thun will, da selbe bis jetzt noch niemals beobachtet wurde. Die Tüpfel der genannten Zellen erscheinen nämlich concentrisch geschichtet und überaus zart radial gestreift.

Alle mir übermittelten Treibhölzer sind mehr oder weniger stark von überaus zarten Pilzmycelien durchsetzt. An mehreren der Hölzer reichen sie mehrere Centimeter tief ins Holz hinein. Hier und dort haften den Mycelien noch Sporen an, welche, nach einigen von mir angestellten Versuchen zu schliessen, noch keimfähig sind.

Über die Mächtigkeit der Formationen und Gebilde.

Von dem w. M. Dr. A. Boué.

Die Mächtigkeit der Formationen und selbst einzelner Gebilde oder untergeordneter Abtheilungen der Erdmassen ist ein Theil der Geologie und selbst der Aufnahme-Geognosie, welche bis jetzt zu sehr vernachlässigt oder wenigstens nicht mit der gehörigen Sorgfalt gepflegt wurde.

Die älteren Geognosten hatten schon genug Mühe, um die Reihenfolge der Formationen sicherzustellen. Andere stiessen sich besonders an den Mächtigkeitsdifferenzen der einzelnen Gebilde selbst in einem einzigen Lande oder Becken; wieder andere fanden in der allgemeinen Form einer Unterformation nur eine Zufälligkeit der Bildung, wie z. B. bei dem im grossen nur einer länglichen elliptischen Niere ähnlichen tertiären Grobkalk Nord-Frankreichs, u. s. w. Manche sahen nicht ein, was die Wissenschaft für einen Gewinn haben könnte, wenn man für die Mächtigkeit einzelner Formationen auf dem ganzen Erdballe oder selbst nur in einem Becken oder in einer grossen Gebirgskette gewisse mittlere Werthe ausklügeln wollte.

Die Aufgabe der Mächtigkeitsermittlung der Gebilde ist wohl oft nicht leicht, ja selbst sehr schwer, aber dennoch könnte man nur Approximativwerthe der Mächtigkeit ausfindig machen, es wäre für die Fortschritte unseres Wissens sowohl im theoretischen als praktischen Sinne ein grosser Vortheil. Die Bergwerke, besonders aber Bohrungen, haben uns schon viele Thatsachen in dieser Richtung geliefert, und in der Folge versprechen diese Quellen noch reicher zu fliessen.

Solche Kenntnisse könnten uns fernerhin die Möglichkeit in Aussicht stellen, nicht nur besser als jetzt die Mächtigkeit unserer Erdkruste, sowie die wahrscheinlichste Chronologie ihrer Bildung

kennen zu lernen, sondern auch zur Erkenntniss der genauen Ausdehnung der verschiedenen Formationen auf dem Erdballe und sonach zur Berechnung der Quadratmeilen oder des kubischen Inhalt ihrer Massen gelangen. Wenn wir z. B. solche genaue Schäzzungen über die vulkanisch oder plutonisch gebildeten Massen hätten, so könnten wir dadurch auch einen Begriff über die Ausdehnung, Grenze und Grösse der verschiedenen unterirdischen Plätze bekommen, welche solche jetzt vor unseren Augen enthüllte Feuerproducte einst während verschiedenen geologischen Perioden einnahmen.

Leider sind diese Schätzungen über die Eruptivmassen sehr schwer und die geognostische Literatur enthält bis jetzt nur wenige Beispiele solcher approximativen Rechnungen, wie z. B. für gewisse Lavaeruptionen des Vesuv, des Ätna u. s. w. Humboldt schätzte die Mächtigkeit der Porphyre am Nevada de Toluca (Mexiko) auf 700 Toasen und die derselben Felsarten des Riobamba und Tunguragua (Peru) auf 2660 T. (J. d. Min. 1802—3. B. 16, S. 413—416). Geikie schätzt die Mächtigkeit der Dolerite und Basalte auf Mull auf 3000 T., die der Porphyre der Pentland und Braidhills auf 4—5000 T. (Geol. Mag. 1867. B. 4, S. 467, 472).

Diese verschiedenen Phasen unserer Erdkruste einmal ergründet, würden vielleicht einige Aufschlüsse über die verschiedenen Richtungen der Meeresströmungen in geologischen Zeiten, über die Potamographie jener Periode, welche wahrscheinlich von der jetzigen sehr verschieden war, über die Bildung der verschiedenen Gebirgsketten und Erddepressionen geben, welche nach und nach in geologischen Zeiten unsere Erdoberfläche umgeformt haben. Man würde urtheilen können, warum Gebilde hie und da sich angehäuft haben, indem andere theilweise wieder zerstört wurden.

Es wäre selbst möglich, dass diese Untersuchungen, wenn mit Erfolg gekrönt, neue Streiflichter über die Hervorbringung, oder besser gesagt, die Ausfüllung der meisten Erzgänge, sowie über die Bildung vieler Erzlager werfen würden. Nähme man nämlich an, dass der noch feuerflüssige Kern des Erdinnern aus Metallen besteht, so würde die Frage an der Zeit sein, ob nicht durch die locale Emporhebung und Ausleerung eines Theiles des

breiartigen schlackigen oberen Theiles des Kernes, die reineren Metalle dieses letzteren die Möglichkeit fanden, bis zur Erdoberfläche, vermittelst der Hitze und der Sublimation, zu dringen, um daselbst theils rein, theils durch andere mehr flüchtige Stoffe, wie Schwefel, Phosphor, Bor, Jod und dergleichen mehr versetzt zu werden und also als zusammengesetzte Erze zu erscheinen.

Auf der anderen Seite würde man in allen Fällen noch bessere Belege als bis jetzt für den Satz bekommen, dass gewisse Erze eher mit den Eruptionen gewisser feuerflüssiger Massen an die Erdoberfläche kamen als mit anderen. Auch welche Rolle das Wasser in allen den langen chemischen Processen spielte, wäre dann zu enträthseln, und vielleicht bekäme man gesündere Ansichten als jetzt über die Ursachen des allgemeinen bedeutenden Sinkens der Oceane, über die Trockenlegung so vieler ehemaliger Binnenmeere und Seen während der geologischen Zeiten, sowie auch über die Verschiedenheit unserer Flüsse und Bäche in Grösse und Strömung von denjenigen in verschiedenen geologischen Perioden.

Die Mächtigkeit der verschiedenen Formationen kennt man nur sehr im allgemeinen für eine kleine Anzahl von Ländern Europa's und Nord-Amerika's; von den übrigen aussereuropäischen Ländern sind nur wenige in dieser Richtung geprüft worden, wie man aus unserer, obgleich unvollständigen tabellarischen Übersicht erkennen kann.

Eine Hauptschwierigkeit in der Bestimmung der Mächtigkeit der Gebilde besteht in der Ungleichheit dieser, nicht nur in verschiedenen Ländern, sondern auch in den verschiedenen Örtlichkeiten einer einzigen Gegend. Die Ursache dieser Unterschiede kann eine ursprüngliche sein oder in einer späteren zufälligen Zerstörung ihre Erklärung finden. Darum soll und kann man immer nur ein Maximum und Minimum der Mächtigkeit der Formationen ausmitteln und dann die Ursachen dieser Differenz sich nach dem Bekannten der jetzigen Welt erklären. So zum Beispiel gibt uns der Lias Englands (180—450 F.) und Nord-Frankreichs (240—500 F.) verglichen, mit demjenigen der Alpen (1000—4000 F.) einen allen Geologen aufgefallenen bedeutenden Unterschied. Bei Namur, schreibt uns der berühmte und älteste, jetzt lebende Geologe, Herr v. Omalius, hat die ältere Steinkohlen-

formation eine geringe Mächtigkeit, während sie zu Mons, nicht weit von da, mehr als 1000 Meter beträgt. Weiter erleichtert oder erschwert die horizontale oder mehr oder weniger geneigte Lage der Schichten die Arbeit für die Bestimmung der Mächtigkeit, darum sind die Schätzungen im Alluvialboden, im Tertiären, ja selbst im Flötzgebiete bis zum Paläozoischen ziemlich leicht gegen diejenigen älterer Schichtenmassen und ganz besonders der krystallinischen Schiefergebirge.

Diese meistens älteren Formationen haben nicht nur die Wirkungen aller späteren Erdumwälzungen erleiden müssen, sondern wurden auch durch ihre Bildungsart schon fast ganz im Anfange wie Eisschollen in einem Eisstosse auseinandergerissen und zerstückelt. Aus diesem unordentlichen Durcheinander die alte Regelmässigkeit der Reihenfolge der Schichten herauszufinden, ist ein fast unmögliches Unternehmen. Man kann nur den Durchschnitt in Meilen beobachten und daraus, nach einigen Thatsachen, über einige weniger zerrüttete krystallinische Schieferabtheilungen approximative Werthe in Maxima und Minima bestimmen. Wie wird man z. B. die Mächtigkeit der krystallinischen Schiefer Nord-Schottlands oder Scandinaviens bestimmen können? Wie leicht kann man bei gewissen regelmässig gelagerten Stein- oder Braunkohlengebilden ihre Mächtigkeit erkennen, während in anderen Gegenden ihre nur approximative Werthschätzung mit Mühe gelingt, weil diese Formationen durch vulkanische oder plutonische Eruptionen und dynamischen Bewegungen sehr zerstückelt und verworfen wurden. So verhält es sich z. B. mit den Steinkohlen der Mitte Schottlands, welche nicht nur durch sogenannte kohlenführende Kalksteinmassen, sondern besonders durch Porphyre, Dolerite und Basalte wie ein Sieb unregelmässig durchlöchert wurde. Wenn man eigentlich diesen Theil Schottlands vom deutschen Meere bis zum Irischen mit ihren tiefen Seebuchten und Flussfurchen ins Auge fasst, und die Insel Arran sowie die östlich gelegenen zusammen übersieht, so wird es Einem klar, dass nicht viel gefehlt hat, um aus Nord-Schottland eine getrennte Insel von Grossbritannien zu machen.

Die leichteste Schätzung der Mächtigkeit der Formationen ist diejenige der Schichten, welche ihre Horizontalität erhalten

haben oder deren Neigung nur gering ist, was, wie gesagt, bei allen Alluvial-, Tertiär-, Secundärgebilden, und selbst manchmal bei den paläozoischen der Fall ist. Doch es geschieht nicht selten, dass in nicht sehr entfernten Gegenden dieselben Formationen in einer regelmässigen Ordnung sich darstellen, während in der andern alle Schichten sehr geneigt oder gefaltet oder selbst durch tiefe Ritze oder Furchen stückweise und unordentlich getrennt sind. So z. B. vergleiche man nur die regelmässig gebaute Jura-Alb Schwabens und Baierns mit der sehr unregelmässigen Kette des französischen oder Schweizer Jura, oder noch besser, man stelle die Flötzformationen Central-Europa's denjenigen der Alpen gegenüber. In England vermindert sich die Mächtigkeit der secundären Formationen in horizontaler Richtung gegen Südost (Hull, Quart. J. geol. Soc. 1860. Bd. 16. Th. 1, Abh. 3).

Auf der andern Seite differiren gewisse Ablagerungen, wie z. B. die Alluviale, nach Örtlichkeiten so sehr, dass man schwer zu allgemeinen Schlüssen über ihre Mächtigkeit kommt.

Dann sind immer zwei Möglichkeiten zu berücksichtigen: erstens ob die Sedimente oder Gebilde noch in ihrer ganzen Mächtigkeit und Umfang erhalten sind, oder ob sie theilweise zerstört wurden, und in welchem Grade dieses geschehen sein mag. Zweitens ob nicht gewisse Theile der Formationen einst als Flussbette oder Meeresufer dienten, so dass sie dadurch an Umfang und Mächtigkeit eingebüsst haben können. Zur Ausmittlung dieser Verhältnisse sind aber die sorgfältigsten geognostischen Aufnahmen nöthig, darum haben wir Beispiele dieser Paläo-Potamographie und Meereshydrographie bis jetzt fast nur in Grossbritannien. (S. J. Rupert Jones. Die primordialen Flüsse Grossbritanniens — Proc. Cardiff's naturalists Soc. 1869, 20. Juli, Geol. Mag. 1870. Bd. 7, S. 371—376; John Young, Zwei Flussbette unter dem Drift — Glasgow geol. Soc. 1870; — Bemerk. v. E. Croll, Geol. Mag. 1870, S. 297; von Geikie das. S. 298; von Young das. S. 298—299; Rob. Dick, Altes Flussbett bei Kirk of Shotts, Wishaw, Lancashire — Trans. Edinb. geol. Soc. 1870. B. 1. Th. 3. Art. 3; J. S. Newberry, Alte Wasserläufe — Amer. Journ. of Sc. 1870. N. F. B. 49, S. 267 u. s. w.)

In dem Alluvialgebiete bemerkt man sehr oft die grössten Veränderungen nicht nur in dem Verhältnisse ihres Quantums,

sondern auch in den Veränderungen ihrer Regelmässigkeit. Zerstörungen verursachten darin Aushöhlungen sowie ganz abnorme Mischungen, welche, wenn von Rutschungen begleitet, zu wahrhaft räthselhaften Lagerbildungen Anlass gaben und noch dazu manchmal Tertiäres und Secundäres in ihre mechanischen Umformungsprocesse hineinzogen. Über solche Anomalien hat Herr Fuchs noch im vorigen Jahre im Wiener Becken sehr merkwürdige Beispiele geliefert und durch Zeichnungen illustrirt (Verh. u. Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanstalt, J. 1871); aber in dieser Richtung muss man sehr vorsichtig vorgehen, denn Durchschnitte von selbst mässiger Grösse können leicht nur trügerische Bilder der wahren Lagerung solcher Gemische geben. Anders stellt sich die Sache, wenn man die Gebilde daneben horizontal aufgeschlossen bequem beobachten kann; dann ist die Möglichkeit gegeben, dass anomale Durchschnitte nur als durch Mulden oder Faltung verursacht erscheinen.

Die bergmännischen Arbeiten haben wohl hie und da über die Mächtigkeit gewisser Formationen mehr oder weniger Aufschluss gegeben, das Übel besteht aber darin, dass diese Werke nur zu oft ganze Gebilde nicht durchzustechen brauchen oder dass im Gegentheile sie dieses sogar vermeiden müssen, wie die Katastrophe im Salzbergwerk Wieliczka im J. 1868 es bewiesen hat. Auf der anderen Seite waren die Bohrungen auf Salz, Steinkohlen, Mineralwässer u. s. w., besonders aber die auf trinkbares Wasser für die Bestimmungen der Flötz- Tertiär- und Alluvialgebilde meistens sehr nützlich.

Der praktische Nutzen der Kenntniss der Mächtigkeit der Formationen hat sich besonders für die älteren Steinkohlengebilde, für mehrere metallische Lagerstätten, für Ziegelthonlager und dergleichen herausgestellt. Zur Auffindung der Erzgänge hat sie weniger beigetragen.

Drei Beispiele der ersten Art finden wir in England, wo man die Kohlenformationen des Inneren unter dem südöstlichen England hiedurch mit den belgischen in Verbindung bringen möchte. Die Schwierigkeit besteht in der Tiefe, in welcher man im letzteren Theile Englands die Kohle erreichen würde. In allen Fällen würden Bohrungen in dieser Richtung höchst interessante Aufschlüsse über verschiedenes Geognostisches gegeben. So z. B.

würde man erfahren, ob Petroleum wirklich, wenigstens manchmal, nur einem Distillationsprocesse der Steinkohle durch die innere Erdhitze seinen Ursprung verdankt oder nicht.

Im nördlichen Frankreich und einem Theile Belgiens wird dieselbe Formation nicht nur durch Alluvium, sondern durch mehr oder minder mächtige untere Kreidegebilde oder nur durch die Tourtia bedeckt (Anzin, Mons und Sambre-Thal). Da heisst es denn Bohrungen in vielen Richtungen machen.

Um Chemnitz, im sächsischen Voigtlande, werden die Steinkohlenschichten durch feldspathische, plutonisch-neptunische Gebilde sowohl als durch Porphyre bedeckt. Solche muss man aufschliessen, um zur Kohle zu kommen, welche die glänzende Industrie von Chemnitz gegründet hat. Solche bergmännische Erfahrungen kann man anderswo verwerthen.

In unserem Wiener Becken wird der der Baukunst so werthvolle Tegel grösstentheils durch Alluvialschichten und Löss in verschiedener Mächtigkeit bedeckt. Durch die Kenntniss letzterer gewinnt man den Leitfaden zur ökonomischen Anlage von Ziegelöfen, wie z. B. um Vöslau, Kottingbrunn u. s. w. Da aber der Tegel auch werthvolle Braunkohlenlager enthält, so eröffnet die Verfolgung und das Wiederfinden dieses Gebildes unter jüngeren Sedimenten eine andere Quelle des Bodenreichthums.

Was die Erzlagerstätten betrifft, sind es vorzüglich die von Eisen, Mangan, Zink, Galena, Kupfer, Quecksilber, Gold und Platin, sowie die Lager von gewissen Edelsteinen, welche durch die Kenntniss der Mächtigkeit ihrer Lagerstätte leicht zu verfolgen sind.

Auf der andern Seite geben die gewonnenen Kenntnisse über die Mächtigkeit ganzer Gebilde oder nur von Theilen derselben oft die vortheilhaftesten Winke, um solche Gebirgsmassen mit nützlichen Mineralienlagern oder mit Erzgängen in Formationen oder Gebirgen zu verfolgen, wo Spaltungen, Hebungen, Niedersenkungen oder Biegungen geschehen sind. Ganz besonders ist dieses der Fall in den älteren Steinkohlenbecken, wo dann auch die Bestimmung der wahren Mächtigkeit solcher Gebilde auf diese Weise sehr erschwert wird.

Wenn man die Mächtigkeitswerthe der verschiedenen Formationen in meinem Versuche einer tabellarischen Übersicht

derselben vergleicht, so bemerkt man wohl, das die älteren, bis zum paläozoischen oder selbst bis zum secundären, bedeutend grösser sind als diejenigen der secundären, tertiären und Alluvialgebilde, während die Werthe der letzteren gewöhnlich kleiner sind als diejenigen des Tertiären und Secundären. Aber eine eigene Scala der Mächtigkeitswerthe von der älteren Periode zu den neueren ist nicht vorhanden. Im Gegentheil, gewisse Gebilde oder Sedimente kommen hie und da überall oder nur in gewissen Örtlichkeiten mit einer ausserordentlichen Mächtigkeit vor, welche solchen Formationen nicht gewöhnlich ist. Diese Anomalie ist leicht chemisch oder sedimentärisch, nach der Gebirgsart zu erklären und oft wird sie durch plutonisch-vulkanische Gebilde verursacht. So findet man keinen Vergleich zwischen dem, ohne solche Eruptivmassen in Belgien vorhandenen Steinkohlenbecken und denjenigen des mittleren Schottland, welche durch Porphyre, Phonolite, Trappe, Basalte, Dolerite u. s. w. wie ein Sieb durchlöchert, und dessen Schichten durch lange Spalten sehr verworfen wurden.

Nach dem Bekannten erreichen die grössten Mächtigkeitswerthe der Schichten die Summe von 100.000 F. für die Übergangsgebirge, unter welchem das Cambrische eine Mächtigkeit von 20.000 F., das Silurische eine von 17.000 F., und der Dolomit eine von 10.800 F. erreicht.

Diese Mächtigkeitswerthe kommen dann in den übrigen Formationen nicht vor. Sie bleiben immer nur höchstens in den einfachen Tausenden. Die höchsten Nummern sind 3—4000 F., die niedrigsten unter 1000; doch ist wohl zu bemerken, dass im Tertiären gewisser Ketten der Mächtigkeitswerth bis 4800 F. steigt und dass dasselbe in der alten Kohlenbildung örtlich sehr verschieden ist, wie die Zahlen 2000—15.000 F. es zeigen. Zu Lancashire soll selbst der Millstonegrit 18.700 F. mächtig sein.

Die Summe aller Mächtigkeitswerthe vom ältesten Paleozoischen oder dem Laurentian bis zur jetzigen Zeit wäre nach meiner Tabelle wenigstens 141.650—150.000 oder selbst 195.850—297.921 F., zu welcher dann die Mächtigkeit der krystallinischen Schiefer und plutonischen Gebilde (7—8 engl. M.?) hinzukäme.

Überhaupt scheinen alle Sedimente sich eher in seichten als in tiefen Meeren abgesetzt zu haben, und diejenigen welche mächtig wurden, verdanken dieses Verhältniss scheinbar sehr oft



nur einer Reihe von Bodenschwankungen, wie z. B. die ältere Kohlenformation u. s. w. Der Gedanke, dass die Alpengebilde ihre Mächtigkeit von der Tiefe der damaligen Alpenmeere herleiten, ist ein alter, welcher nicht durch die bekannt gewordenen Thatsachen bestätigt wurde. Ein schönes Beispiel von littoralen Bildungen liefern uns die südlichen Tyroler, so wie auch die westlichen und Steirer Alpen.

Die grössere Mächtigkeit einer Formation hängt von zwei Hauptursachen, namentlich 1. von der Grösse der Meeresströmungen und derjenigen des angeschwemmten Materials, 2. von der Mächtigkeit der verschiedenen chemischen Processe, welche organische oder besonders durch Seethiere verursachte, oder wahre, durch Mineralquellen oder Vulcane hervorgebrachte sein können. Das sind die Ursachen der Alpen-Anomalien, was die Mächtigkeit ihrer Gebilde betrifft.

Bibliographie.

Boué A., Guide du Géologue Voyageur. 1835. Bd. 1, S.

Sommerville (Mary), England (Physic, Geography). 1848. Bd. 1.

Morris, Verschiedene Formationen Englands (Delesse, Rev. d. Geolog. 1866. B. 4, p. 216—223).

Murchison (Sir Rod. Imp.), England (ebd. 1868. Bd. 5, S. 216—217).

Dana James D., Appalachian-Kette (Manual of Geology. 1863. S. 385—386); aller Gebilde ebd. S. 377; Ausland 1864. S. 297).

Billings P., Canada (Catalogue of Silur. foss. Island of Anticosti, 1866; Geol. Mag. 1867. B. 4, S. 213).

Jasikow (P.), Verschiedene F. Simbirsk Regierungsdistr. (Erman, Arch. f. wiss. Kunde Russl. 1845. B. 4, S. 164—168).

Garrigou F., Laurentisches, Cambrisches u. Silurisch. Pyrenaeen (Bull. Soc. Geol. Fr. 1867. N. F. Bd. 25, S. 139).

Ramsay, Paläozoisches, Secundäres, Tertiäres Englands, Protozoisches, Secundäres und Tertiäres, Rocky Mountains und in verschiedenen Staaten N.-Amerika's (Amer. J. of Sc. 1862. Bd. 33. S. 78—79).

Newberry (D), Great Canon of Colorado (Report upon the Colorado River of the West, 1861; Delesse's Revue, 1865. Bd. 3, S. 373.

d'Archiac, Übergangsgebirge u. Tertiäres, Aisne (Mém. Soc. geol. Fr. 1843. Bd. 5, Th. 2, S. 314).

Feistmantel (K.), Schiefer, Kohlen und Kreide, Purglitz (Lotos 1856. Bd. 6, S. 166).

d'Archiac, Ältere Sedimente (Hist. d. progrès de la Geologie, 1847. Bd. 1, S. 23).

Rogers (H. D.) & Rogers (Will. D.) u. Hall, Übergangsgebilde, Vereinigte Staaten (Amer. J. of Sc. 1841. S. 41 S. 242—243).

Hunt (T. St.), Paläozoisches, Appalachian-Kette (ebd. 1861. N. F. Bd. 31, S. 406).

Oeynhausen (v.), dass. Unterer Rhein (Erläuter. z. d. geognost. orogr. Karte d. Umgeb. d. Laach.-Sees. 1847. S. 7).

Huxley (T. H.), dass. (Quart. J. geol. Soc. L. 1869. B. 25. S. XLVIII).

Marcou (Jul.) Taconisches des Dr. Emmons. (C. R. Ac. Sc. P. 1861. Bd. 53, S. 807).

Hitchcock (Charl. H.), Metamorphisches, Vermont u. Massachusetts (Amer. Associat. Baltimore 1858).

Logan (Sir W. E.), Laurentian, Canada. (Brit. Assoc. 1804; Geol. Mag. 1864. Bd. 1, S. 221).

Hamilton (Will. John), dass. Quart. J. geol. Soc. L. 1865. B. 1865. Bd. 1, S. lvııı).

Giordano (Felice), Mont Cervin (An. d. Voy. 1869. Bd. 2, S. 19 u. 24).

Bigsby (J. J.), Krystallin. Kalkstein mit Graphit, Canada (Geol. Mag. 1864. Bd. 1, S. 156).

Ziegler (J. M.), Dolomite Engadin (Verhältn. d. Topograph. u. Geolog. 1869. S. 20).

Ramsay, Silurisches, Wales (Bibl. univ. Genèv. Arch. 1846. Bd. 1, S. 332 adnot. 1850 4 F. B. 14. S. 331. Roy. Institut. L. 1850, 22. März. Quart. J. geol. Soc. L. 1853. Bd. 9, S. 163).

Boermann (J. E.), dass. Denbigshire (Brit. Assoc. Plymouth 1841).

Geikie (Archib.), dass. England, Schottland (Geol. Mag. 1867. Bd. 4, S. 466—467, 474).

Griffith dass. Irland (Brit. Assoc. 1832; Ausland 1852. S. 905).

Harkness (R.), dass. Cumberland, Skiddaw (Geol. Soc. L. 1862. 17. Dec.; Geologist 1863. Bd. 6, S. 32).

Barrande (Joach.), dass. Central-Böhmen. (Bull. Soc. géol. Fr. 1850. N. F. Bd. 8, S. 150).

Struve (H.), Silurischer unterer Thon. St. Petersburg. (Bull. Ac. d. Sc. St. Petersb. 1863. Bd. 6, No. 1).

Silurisches, Staat N. Y. (Amer. J. of Sc. 1844. Bd. 46, S. 151).

Murchison (R. J.) Ludlow Rocks, England (Silur. Syst. 1839 S. 207).

Griffith, Devonisches u. Kohlenkalkst. (Brit. Assoc. 1852; Ausland 1852. S. 905).

Hoffmann (Fred.), Älteres u. Flötzgebilde, N.-Deutschland. (Geognost. Atlas. 1830. Taf. 3, f. 10).

Logan (W. E.), Devonisches, Gaspé, Canada (Proc. géol. Soc. L. 1859. 5. Januar).

Pengelly, dass. England, Irland, N.-Amerika (Geologist 1861. B. 4, S. 333).

Hyde (Sam.), dass. Irland. (Geol. Mag. 1870. Bd. 7, S. 243).

Dupont (Ed.), Kohlenführender Kalkstein, Belgien. (Bull. Soc. géol. Fr. 1862. N. F. Bd. 24, S. 669).

Hull (Eduard), dass. Derbyshire, Lancashire, u. s. w. (Lond. phil. Soc. 1869; Ausland 1869, S. 790. Quart. J. of Sc. L. 1867. B. 4, S. 574, Geol. Soc. L. 1868. 8. April; Phil. Mag. 1868. 4 F. B. 36, S. 73—74).

Mallet (Fred. R.), dass. Vindhyan-Kette (Mem. geol. Survey of India 1869. B. 7, Part. 1; Geol. Mag. 1870. B. 7, S. 172).

Austin (Godwin), dass. Cachemir (Quart. J. geol. Soc. L. 1865. B. 21, S. 492).

Roessler (A. R.), dass. Texas. (Verh. k. geol. Reichsanst. 1868, Nr. 8, S. 188).

Forster (J. W.) dass., Mississippi (The Mississippi Valley 1869, S. 246; Geol. Mag. 1869. B. 6, S. 422).

Marny (Barbot de), Dyas u. Trias, Russland (Geognost. Reise in d. nördl. Gouvernemt. im europ. Russl. 1864, Verh. k. Russ. Miner. Ges. zu St. Petersb. 1868).

Murchison (R. J.), Old Red Sandstone (Silur. Syst. S. 184).

Binney (L. W.), Permisches, Süd-Schottland (Quart. J. geol. Soc. L. 1856. B. 12, S. 138).

Hull (Ed.), dass., England. (Lond. phil. Soc. 1869. Ausland 1869. S. 790).

Kirby (J. W.) dass., u. Bunt. Sandst. Yorkshire (Geol. Soc. L. 1861, 6. März; Geologist 1861. B. 4. S. 207).

Harkness dass., Cumberland (Delesse's Revue 1862. S. 194).

Marcou (Jul.), dass., gegen Murchison u. Verneuil (Bull. Soc. géol. Fr. 1869. B. 26, S. 921).

Jukes, Schwarzer Schiefer zwischen dem Old red Sandstone u. kohlenf. Kalkst. Irland (Geol. Mag. 1864. B. 2, S. 275).

Smyth (Washingt. W.), Ältere Kohlen-Format. England (Geologist 1862. B. 5, S. 263).

Sanders (W.), dass. Bristol u. Bath (Brit. Assoc. 1864; Geol. Mag. 1864. B. 4, S. 234).

Kane (Sir K.) dass., Irland (Industrial Ressources of Ireland, 1862. S. 33).

Dormoy dass. sammt kohlenführ. Kalk u. Devonischem N. Frankreichs u. Belgien (Bull. Soc. geol. Fr. 1859. B. 16, S. 596).

Hull dass. Lancester Coalfield of Great Britain. (Delesse's Rev. 1866. B. 4. S. 159).

Bischoff, dass. Saarbrücken (Phys. Chem. Geolog. 1863. B. 1, S. 13).

Dawson (J. W.), dass. N. Schottland u. N. Braunschweig (Amer. J. of Sc. 1863. B. 36, L. 179; Quart. J. geol. Soc. L. 1866. B. 22, S. 95. N. Jahrb. f. Min. 1866. S. 760).

Foster (J. W.) dass., Alleghany, in 6 Staaten (Pennsylv., Illinois, Missouri, Michigan, Texas), (The Mississippi Valley 1809, Geol. Mag. 1869. B. 6, S. 422).

Gras (Scipion), Anthracitführendes Alpengebilde des westl. Alpen. (Ann. d. Min. 1854. B. 5, S. 473; Bull. Soc. géol. Fr. 1857. B. 14, S. 881).

Hull (E.) u. Green (A. H.), Millstone Grit (Quart. J. geol. Soc. L. 1864. B. 20, S. 258).

Lyell (Ch.), Conglomerate unter der Kohlenformation Pennsylvaniens. (Travels in N. America, deutsche Übers. S. 56: Trans. of Associat. of Americ. Geolog. 1840. Rogers Abh.)

Hall (Ed.), Kohlenführender Kalkstein, Derbyshire, Lancashire, Yorksh. u. Cumberland, Millstone Grit u. Permisches (Lond. phil. Soc. 1869; Ausland 1869, S. 790).

Suess u. Mojsisovics, 4500 F. vom Trias bis zum oberen Jura in den östlichen Alpen. (Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst. 1868. B. 18, S. 168).

Murchison (R. J.), Rothliegendes (N. Jahrb. f. Min. 1864. S. 51).

Beuther (F.) dass., Riechelsdorf, Hessen (B. u. Hüttenm. Zeitg. 1864. S. 105).

Alberti (v.), Trias u. Jura, Rottweil (Gesch. d. vormalig. Reichsstadt Rottweil 1838. B. 2, S. 590, N. Jahrb. f. Min. 1838. S. 464).

Binney, Trias, Manchester (Geologist 1862. B. 5, S. 465).

Harkness, Bunter Sandst. N. W. Englands (Quart. J. geol. Soc. L. 1862, B. 18).

Morton (G. H.), Dass. u. Keuper bei Liverpool (Proc. Liverpool geol. Soc. 1863; Geologist 1863. B. 6, S. 428).

Schoenaich-Carolath (v.), Steinsalz, Stassfurt (Zeitschr. deutsch. geol. Ges. 1864. B. 16, S. 185).

Thurmann (Jul.), Muschelkalk, Portlands-Schichten, Neocomien im Jura (Mem. de l'Institut genevois 1856, 1857. B. 4. S. 27—30).

Oeynhausen (v.), Lias, Pyrmont (Proc. geol. Soc. L. 1842. B. 3, S. 662).

Stoppani, Unterer Lias, Alpen (Suppl. à l'Essai s. l. condit. générales de couches à Avicula contorta. Mailand, 1863, N. Jahrb. f. Min. 1863. S. 638).

Dumortier (Eug.) dass. Rhone-Becken (Etud. paléont. s. l. dépôts jurass. du Bassin du Rhône. 1867. Th. 2).

Peters (Dr. K. P.), Dachsteinkalk u. Kössener Schichten, sowie Paläozoisches und Kalkstein d. Radstätter Tauern (Üb. d. Centralkette d. östl. Alp. 1864. S. 30 u. 38).

Jaccard (A.) Jura Vaudois et Neuchatelois 1869.

Greppin (Dr J. B.) Desc. géol. du Jura Bernois 1870.

Leymerie, Jura, Aube (Bull. Soc. géol. Fr. 1843. N. F. B. 1, S. 34).

Villeneuve (de), dass. Var (Statistiq. du Var, Bull. Soc. géol. Fr. 1864. N. F. B. 21, S. 457).

Buvignier (Armand), Astarten-Kalkst. Meuse-départ. (dass. 1856. B. 13, S. 843).

Royer, dass. Bourgogne (dass. 1856. B. 13, S. 839).

Schuler, Brauner Jura in der Alb (Würtemb. naturwiss.-Jahresh. 1864, 1865. B. 21, S. 67—82. 1 Taf.).

Mösch, Weisser Jura, Aargau (Bericht d. Verh. d. Schweiz, naturf. Ges. in Luzern, 1862. S. 156, N. Jahrb. f. Min. 1864. S. 522).

Laurent, Kimmeridge-Thon, Untere Charente (Bull. Soc. géol. Fr. 1864. B. 21, S. 100).

Mitchell (J.). Portlandstone (Proc. géol. Soc. L. 1833. B. 2. S. 6; Phil. Mag. 1834. B. 4, S. 148—149).

Brown (John), Dirt bed, Purbeck (Geologist 1859. B. 2. S. 216).

Itier (Jul.), Neocomien (Ann. géol. Rivière 1842. S. 355).

Fitton, Zwischen den Oolithen Oxfords u. der Kreide (Trans. geol. Soc. L. 1836. N. F. B. 4, S. 188—189, 195—198, 318—334).

Simms (F. W.), Unterer grüner Sand, Insel Wight (Quart. J. geol. Soc. L. 1845. B. 1. S. 76—77).

Cornuel (J.), dass. bis zum Gault, Kent, Nord- u. Ost-Frankreich, Insel Wight (Bull. Soc. géol. Fr. 1862. B. 19, S. 975).

Grüner Sandstein, Dresden (Augsburger Zeitg. 1850. Beilage, Nr. 229, S. 3657).

Drouet, Gault Vitey (Bull. Soc. géol. Fr. 1838. B. 10, S. 10).

Téilliez, Tourtia, Bernissent. Belgien (Mém. s. le Hainaut).

Dana (Jam. D.), Kreide, N. Jersey, Alabama, Texas, Missouri (Manual of Geology 1863, S. 468).

Coquand, Kreide, Charente (Bull. Soc. géol. Fr. 1856. B. 14, S. 96).

Meek u. Hayden, dass., Nebraska (Amer. J. of Sc. 1862. B. 33. S. 137; Delesse's Revue. 1865. S. 255).

Tate (Ralph.), Untere Kreide, N. O. Irland (Quart. J. geol. Soc. L. 1865. B. 21, S. 24—26).

Leymerie (A.), dass., Pyreneen (C. R. Ac. Sc. P. 1868. B. 67, S. 83).

Leymerie, Weisse Kreide. Aube. (Mém. Soc. géol. Fr. 1822. N. F. B. 1, S. 399).

Hébert, dass., Rouen (Bull. Soc. géol. Fr. 1863. B. 20, S. 628).

Rose (C. B.), Kreide, Norfolk (Brit. Assoc. Norwich 1868).

Wall (G. P.), Untere Kreide, Columbien (Geol. Soc. L. 1860, 16. Mai Geologist 1860. B. 3, S. 411).

Roessler (A. R.), Kreide. Texas. (Verh. k. k. geol. Reichsanst. 1868. S. 188).

Magnan (H.), Cenomanische Pyreneen. (C. R. Ac. Sc. P. 1868. B. 67, S. 416.)

Ramsay, Tertiäres Englands.

d'Archiac, Tertiäres, Aisne (Mém. Soc. géol. Tr. 1843. B. 5. Th. 2. S. 314).

Prestwich, Londner Thon. (Athenaeum 1854, 17. Juni; Ausland 1854. S. 100).
Whitaker (Will.) dass. (Geologist 1862. B. 5, S. 267).
Zeuschner, Karpathen-Sandstein. (Jahrb. f. Min. 1832. S. 411).
Forbes (Edw.), Tertiäres, Fluss- u. Seewasser, gemischte Schichten, Insel Wight (Phil. Mag. 1853. 4, F. B. 6, S. 309).
Miocän (Apenninen).
Gaudry (Al.) dass., Griechenland (C. R. Ac. Sc. P. 1861. B. 53, S. 373).
Wall (G. P.), dass., Venezuela (Geol. Soc. L. 1860. 16. Mai; Geologist 1860. B. 3, S. 411).
Darwin (Charl.), Tertiäres der Pampas (Quart. J. geol. Soc. 1862. B. 19, S. 68—71. 2 Durchschn., Geologist 1863. B. 6, S. 31).

Endlich statte ich meinen werthen Freunden und Correspondenten, namentlich den Herren Bianconi, Collomb, Curioni, d'Omalius, Studer und Wolf meinen innigsten Dank ab für ihre mir mitgetheilten Werthschätzungen der Schichtenmächtigkeiten ihrer verschiedenen Wohnörter.

n der beiden Hemisphären.

Italien	Russland	Indien	Canada	Vereinigte Staaten
0—150— 00 M.	300 F. 600 F.			Rocky Mountains 500 Met.
Jnterer Tr. 740—760 M. Dberer Tr. 530—710 M.	300—700 F.			3400 F.
50 M. (Vicentin.)				
Vicentinisch. 75—100 F. Unterer M. 270 M. Oberer 500—560 M. (Alpen) c. 150—200M.				

(II.)

Formationen	England	Schottland und Irland	Frankreich
Lias	180—800 F.		20 Met. (Rhône) 240 M. (Var) Mit Jurak. 500 M.
Dachsteinkalk Kössenerschichten			
Hierlatzschichten			
Jurakalk Oxforder Thon	859—1129 F. 3000 F. 300—600—630 F.		370 M. (Aube) 1100—1600 M. (Var)
Astartenkalk			29—130—140 M.
Weisser Jurakalk	150—200 F.		600—900 Met.
Kimmeridge Thon	300 F. 400—600 F.		
Portlandschichten	60—70 F. 150 F. Sand 100—140 F.		
Purbeck Kalkstein	150 F. 275—1004 F. Dirtbed 9 F. 7 Z.		

...kreich	Belgien	Schweiz	Alpen	Deutschland	Nord-Deutschland	Österrei... Ungarn Böhme...
...et. ...Rhône... M. (Var) Jurak. 500 M.		Rhätisch. 8—12 M. Unt. 3—6 M. Mittl. 10—12 M. Ob. 6—10 M. 20—30 M.	Unt. 3—400 M.	210 F. Mit Jura 450—500 M.	1000 F. (Pyrmont)	
			100—600 F. (S. v. Wien) 1000—3000 F. 4000 F. (Hallstadt)	300 F. 300—350 F. Oberer Lias 200 M.		
			130—200 F.			
M. (Aube ...—1600 M. (Var)		Bajovien 30—40 M. Bathonien 100—160 M. 4—5—12 M.		1100 F. 2400 F. 5200 F. Brauner Jura 11.620 M. W.		
—130— ...) M.		9 M.				
—900 Met.		650 F. (Aargau) 900 Met. 45—180—260 M.				
		51 M. Virgulien 51—67 M.		50 M.		
		25 M. 250—300 M.				
		11—18 M.				
					Quadersand-	

ch, , n	Italien	Russland	Indien	Canada	Vereinigte Staaten
	3—400 M.				
	300 M. 300—350 M.				
					5200 F. unter welchen 1000 F. Kalkst.
	Ammonites Tatricus Kalkst. 50 M.	300 F.			
	(Modena)				Mit Kreide 2000 F. diesen 1000— 1700 F.? Thon

VI. SITZUNG VOM 22. FEBRUAR 1872.

Der Secretär legt folgende eingesendete Abhandlungen vor:

„Über *Castanea vesca* und ihre vorweltliche Stammart", vom Herrn Prof. Dr. Freih. v. Ettingshausen in Graz.

„Untersuchungen aus dem medicinisch-chemischen Laboratorium der Universität Innsbruck: 4. Untersuchungen über die Gallenfarbstoffe (III. Abhandlung); 5. Über das Verhalten der Oxybenzoësäure und Paraoxybenzoësäure in der Blutbahn", beide vom Herrn Prof. R. Maly in Innsbruck.

„Über den Einfluss der Bewegung der Tonquelle auf die Tonhöhe", vom Herrn Prof. L. Gegenbauer in Krems.

Herr Director Dr. J. Stefan überreicht eine Abhandlung, betitelt: „Untersuchungen über die Wärmeleitung in Gasen". (I. Abhandlung.)

Herr Prof. Dr. J. Petzval übergibt eine Abhandlung: „Theorie der Schwingungscurven", vom Herrn Dr. Felix Ritter v. Strzelecki, Prof. der Physik an der k. k. technischen Akademie in Lemberg.

Herr Director Dr. G. Tschermak legt eine Abhandlung: „Die Meteoriten von Shergotty und Gopalpur" vor.

Herr Dr. Sigm. Exner überreicht eine Abhandlung: „Über den Erregungsvorgang im Sehnervenapparat".

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Annales des mines. VIe Série. Tome XIX. 3e Livraison de 1871; Tome XX. 4e Livraison de 1871. Paris; 8°.

Annuario marittimo per l'anno 1872. XXII. Annata. Trieste; 8°.

Apotheker-Verein, Allgem. österr.: Zeitschrift. 10. Jahrgang, Nr. 5—6. Wien, 1872; 8°.

Astronomische Nachrichten. Nr. 1875 (Bd. 79. 5). Altona, 1872; 4°.

Berliner Astronomisches Jahrbuch für 1874 etc. Berlin, 1872; 8°.

Beobachtungen, Schweizer. Meteorologische. August & September 1870; Januar, Februar & März 1871. Zürich; 4°.

Christiania, Universität: Schriften aus den Jahren 1869 & 1870. 8°, 4° & Folio.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXIV, Nrs. 5—6. Paris, 1872; 4°.

Erlangen, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften aus dem Jahre 1871. 4° & 8°.

Gesellschaft für Salzburgische Landeskunde: Mittheilungen. XI. Vereinsjahr 1871. Salzburg; 8°. — Die Grabdenkmäler von St. Peter und Nonnberg zu Salzburg. III. Abtheilung. Salzburg, 1871; 8°. — Schwarz, Karl Ritter v., Salzburgische Kulturgeschichte in Umrissen. Von F. V. Zillner. Salzburg, 1871; 8°.

Gesellschaft der Wissenschaften, Oberlausitzische: Neues Lausitzisches Magazin. XLVIII. Band, 2. Heft. Görlitz, 1871; 8°.

— Österr., für Meteorologie: Zeitschrift. VII. Band, Nr. 3—4. Wien, 1872; 4°.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXXIII. Jahrgang, Nr. 6—8. Wien, 1872; 4°.

Istituto, R., Veneto di Scienze, Lettere ed Arti: Atti. Tomo I°, Serie IV^a, Disp. 2da. Venezia, 1871—72; 8°.

Journal für praktische Chemie, von H. Kolbe. Gratis-Beilage: Virchow's Schrift „Nach dem Kriege". Leipzig; 8°.

Landbote, Der steirische. 5. Jahrgang, Nr. 4. Graz, 1872; 4°.

Landwirthschafts-Gesellschaft, k. k., in Wien: Verhandlungen und Mittheilungen. Jahrgang 1872, Nr. 3—4. Wien; 8°.

Lotos. XXII. Jahrgang, Jänner 1872. Prag; 8°.

Marburg, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften seit dem Winter 1870/1. 4° & 8°.

Mittheilungen, Mineralogische, von G. Tschermak. Jahrgang 1871, Heft 2. Wien, 1872; kl. 4°.

Moniteur scientifique. Par Quesneville. 361° Livraison. (III° Serie, Tome II.) Paris, 1872; 4°.

Nature. Nrs. 119—120. Vol. V. London, 1872; 4°.

Osservatorio del R. Collegio Carlo Alberto in Moncalieri: Bullettino meteorologico. Vol. VI, Nr. 2. Torino, 1872; 4°.

Plantamour, E., R. Wolf et A. Hirsch, Détermination télégraphique de la différence de longitude entre la station astronomique du Righi-Kulm et les observatoires de Zürich et de Neuchatel. Genève et Bale, 1871; 4°.

Programm der k. k. Forst-Akademie in Mariabrunn für das Studienjahr 1871/72. Wien, 1872; 8°.

Reichsanstalt, k. k. geologische: Verhandlungen. Jahrgang 1872, Nr. 2. Wien; 4°.

Reichsforstverein, österr.: Österr. Monatsschrift für Forstwesen. XXII. Band, Jahrgang 1872, Jänner-Heft. Wien; 8°.

„Revue politique et littéraire" et „La Revue scientifique de la France et de l'étranger". Ire Année. (2e Serie.) Nrs. 28, 32 —34. Paris & Bruxelles, 1872; 4°.

Société Botanique de France: Bulletin. Tome XVII, Revue bibliographique D. Paris, 1870; 8°.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXII. Jahrgang, Nr. 6—7. Wien, 1872; 4°.

Zeitschrift für Chemie, von Beilstein, Fittig & Hübner. XIV. Jahrgang. N. F. VII. Band, 15. & 16. Heft. Leipzig, 1871; 8°.

Die Meteoriten von Shergotty und Gopalpur.

Von dem c. M. **G. Tschermak.**

(Mit 4 Tafeln und 2 Holzschnitten.)

Das k. k. mineralogische Museum erhielt im Jahre 1867 durch die Güte des Herrn Dr. T. Oldham in Calcutta Bruchstücke der genannten Meteorsteine. Später übersandte das Indian Museum in Calcutta freundlichst drei photographische Bilder des zweiten Meteoriten in seinem ursprünglichen Zustande sowie auch einen Gypsabguss. Es freut mich sehr, den geehrten Einsendern hier den besten Dank aussprechen zu können, nachdem die mineralogische Untersuchung mit lohnendem Resultate durchgeführt worden.

Shergotty.

Dieser Meteorstein fiel am 25. August 1865 um 9 Uhr Vormittags bei Shergotty nächst Behar in Ostindien nieder. Es wird berichtet[1], dass bei ruhigem Wetter und bedecktem Himmel plötzlich ein lauter Knall gehört worden und darauf ein Stein knietief in den Boden eingeschlagen habe. Als man den Stein herausnahm, war er in zwei Stücke zerbrochen.

Über die näheren Umstände ist nichts bekannt geworden.

Das Bruchstück im Wiener Museum ist ein etwas abgerundetes, ziemlich rechtwinkeliges Eck des Steines und trägt demnach auf drei Flächen eine Rinde, während im Übrigen der körnige Bruch sichtbar ist. Die Rinde ist pechschwarz und glänzend, gleich der an den Meteoriten von Stannern, Juvinas, Jonzac.

---

[1] Proceedings of the Asiatic Society of Bengal 1865, pag. 183.

Die Schmelztröpfchen bilden viele kleine Erhabenheiten, welche stellenweise parallel angeordnet erscheinen. Hie und da ist die Rindensubstanz auf Spalten eine kurze Strecke in das Innere eingedrungen. Das Aussehen der Rinde lässt vermuthen, dass der Stein in die von G. Rose als Eukrit bezeichnete Gruppe gehöre, welche, wie bekannt, nur wenige Glieder zählt.

Der Bruch ist deutlich körnig, die Körnchen sind fast von gleicher Grösse, die Bruchflächen haben eine gelblich graue Farbe. Die Cohärenz ist gering. Der Stein lässt sich ziemlich leicht zermalmen. Durch Schmelzen desselben erhält man ein schwarzes glänzendes Glas.

In der körnigen Masse unterscheidet man schon mit freiem Auge mit Leichtigkeit zwei Bestandtheile. Ein hell bräunliches schimmerndes Mineral mit deutlicher Spaltbarkeit, dessen Körnchen 1 Mm., zuweilen auch mehr im Durchmesser haben und ein stark glasglänzendes durchsichtiges, muschelig brechendes Mineral, dessen Körnchen oft länglich geformt und meist kleiner sind als die des anderen Bestandtheiles.

Dünnschliffe des Steines lassen fünf verschiedene Minerale erkennen: 1. das zuerst genannte bräunliche, deutlich spaltbare Mineral, welches grosse Ähnlichkeit mit Augit zeigt, 2. das glasbelle Mineral, welches als einfach brechend erkannt wird. 3. ein gelbliches, doppelbrechendes Mineral in sehr geringer Menge, 4. ein undurchsichtiges schwarzes Mineral (Magnetit), 5. ein undurchsichtiges metallisches gelbes Mineral in äusserst geringer Menge.

Um die einzelnen Minerale für sich prüfen zu können, wurde ein Stück des Steines zu kleinen Körnchen zerrieben und wurden die von einander unterscheidbaren Partikel unter der Loupe ausgesucht. Die Untersuchung ergab Folgendes:

1. Augitähnliches Mineral. Das hell bräunliche Mineral, welches die Hauptmasse des Steines ausmacht, ist von unzähligen feinen Sprüngen parallel den Spaltrichtungen durchzogen, daher seine lichte Färbung bei auffallender Beleuchtung. Im durchfallenden Lichte erscheint es graubraun; es ist doppelbrechend und zeigt nur schwachen Pleochroismus. Die Körnchen haben eine vollkommene Theilbarkeit nach einer Richtung; nach zwei

In der Härte kommt das untersuchte Mineral dem Augit gleich; ebenso in seinem Verhalten gegen Säuren. Es wird auch durch concentrirte Säure nur wenig angegriffen. In hoher Temperatur schmilzt es leicht zu schwarzem magnetischem Glase. Das Volumgewicht wurde zu 3·466 bestimmt.

Zur chemischen Untersuchung wurden Splitter verwendet, welche im gewöhnlichen Lichte völlig frei von fremden Beimengungen erschienen. Bei Anwendung von 860·2 Milligr. wurden erhalten:

Kieselsäure	450·2 Mg.	oder	52·34 Pct.
Thonerde	2·1 „	„	0·25 „
Eisenoxydul	199·4 „	„	23·19 „
Magnesia	123·0 „	„	14·29 „
Kalkerde	90·2 „	„	10·49 „
	864·9 Mg.	„	100·56 Pct.

ausserdem Spuren von Mangan und Natrium. Diese Zusammensetzung entspricht keinem bekannten irdischen Mineral aus der Pyroxengruppe, denn der Kalkerdegehalt ist viel geringer als er bisher bei diesen Mineralen gefunden worden. Dagegen stimmt die Analyse nahezu mit dem Verhältniss

$$CaO.2MgO.2FeO.5SiO_2$$

überein, wie man aus folgenden daraus berechneten Zahlen erkennt:

Kieselsäure	51·72
Eisenoxydul	24·83
Magnesia	13·79
Kalkerde	9·66.

Wollte man aus dieser Zusammensetzung auf bekannte Minerale schliessen, so müsste man ein Gemenge von Hypersthen und Hedenbergit annehmen, und zwar müsste der Hypersthen weitaus überwiegend sein. Dem widersprechen die übrigen Beobachtungen ganz entschieden. Wenn auch einzelne Partikelchen in dem untersuchten Mineral, bezüglich deren es unentschieden blieb, ob sie mit der Umgebung gleichartig seien, als Hypersthen angesehen werden, so beträgt doch die Menge derselben gewiss



falls ein etwas seitlich gelegenes Axenbild. Platten parallel 010 zu schneiden, gelang wegen der zersplitterten Beschaffenheit nicht. In den Dünnschliffen fanden sich aber Schnitte, welche beiläufig jener Lage entsprachen. In diesem zeigten sich die Hauptschnitte schief gegen die Spaltungskanten orientirt.

So weit also diese Beobachtungen den Vergleich erlauben, ist die Ähnlichkeit der Spaltungsform und des optischen Verhaltens mit der Diopsidreihe unverkennbar [1]. Die vollkommene Theilbarkeit würde demnach der schaligen Zusammensetzung parallel 001, wie sie beim Malakolith, Hedenbergit etc. vorkömmt, entsprechen, während die minder deutliche Spaltung dem aufrechten Prisma (110) und der Längsfläche 010 parallel wäre. Die feine Liniirung, welche übrigens nur selten deutlich zu bemerken ist, würde Anfänge einer schaligen Zusammensetzung parallel 100, wie sie beim Diallag auftritt, andeuten.

Das Mineral zeigt häufig Zwillingsbildungen. In den Dünnschliffen erkennt man im polarisirten Lichte viele Zwillinge, seltener eine wiederholte Zwillingszusammensetzung. An Blättchen, welche beiläufig parallel der vollkommenen Spaltfläche 001 geschnitten waren, wurde nur so viel erkannt, dass die Zusammensetzungsfläche in der Zone [001, 110] liege. Die Blättchen gaben für den Winkel, welchen ein Hauptschnitt in dem einen Individuum mit einem Hauptschnitt im anderen einschliesst, Werthe zwischen 13° und 20°. Dies lässt sich auf bekannte Zwillinge beim Augit nicht zurückführen.

Die optische Untersuchung des Minerals ist überaus schwierig, weil es ungemein zersplittert erscheint und in Partikelchen, welche man für ein Individuum halten möchte, die Theilchen gegen einander stark verschoben sind. Im gewöhnlichen Lichte erscheinen die Körnchen gleichartig und blos an den Rändern etwas dunkler gefärbt. Im polarisirten Lichte hingegen sieht man oft Partikel, welche in der Färbung abweichen und von denen man nicht sagen kann, ob sie verschobene Theilchen desselben Minerals oder ein anderes Mineral seien.

[1] Vergl. über Pyroxen und Amphibol. Mineralog. Mittheilungen ges. v. Tschermak. 1871, pag. 17.

dieser Partikel ist demnach nur im Dünnschliff zu erkennen. Bei günstiger Lage erkennt man dann immer rechtwinkelige Umrisse an den Durchschnitten, welche stets in die Länge gezogen erscheinen (Taf. I, Fig. 2).

Diese Durchschnitte zeigen parallel dem Umriss feine Zuwachsstreifen und an vielen Stellen sind die Einschlüsse, welche aus einem schwarzen undurchsichtigen Körper, zuweilen auch aus augitischer Masse bestehen, in der gleichen parallelen Lage angeordnet. Bei schiefer Beleuchtung erkennt man viele ebene Flächen innerhalb der farblosen Masse, besonders dort, wo zwei der länglichen Partikel zusammenstossen oder durcheinander gewachsen erscheinen, wie Fig. 3 zeigt. Es bleibt demnach kein Zweifel, dass der glasige Bestandtheil krystallisirt sei und es ergibt sich durch Combination der Beobachtungen an den Durchschnitten, dass die Form ein rechtwinkeliges Parallelopiped ist. Die optische Untersuchung gab sogleich über das Krystallsystem Aufschluss. Der Körper ist nämlich einfachbrechend. An den vier Dünnschliffen, welche in verschiedener Richtung aus dem Steine genommen wurden, liess sich nirgends eine Spur von Doppelbrechung an dem farblosen Bestandtheil wahrnehmen. Die Krystalle sind demnach tesseral und ihre Form ist ein verzerrter Würfel.

An einigen wenigen Punkten ist der tesserale Bestandtheil milchig getrübt. Beim Aussuchen unter der Loupe fanden sich daher auch einige milchweisse Körnchen. Als dieselben in Äther gelegt oder mit verdünntem Canadabalsam behandelt wurden, erschienen unter dem Mikroskope viele durchsichtige Stellen darin, welche sich einfachbrechend erwiesen. Die trüben Punkte sind demnach nur eine Modification des tesseralen Körpers.

Die Härte ist ein wenig grösser als die des Orthoklas. Durch concentrirte Salzsäure wird das feine Pulver theilweise zersetzt. Feine Splitter schmelzen in einer heissen Flamme zu farblosem durchsichtigem Glase. Der Grad der Schmelzbarkeit ist ungefähr derselbe wie beim Orthoklas und Labradorit. Zur Analyse wurden die farblosen Splitter sorgfältig ausgesucht. Dabei konnte aber nicht vermieden werden, dass Körnchen des schwarzen undurchsichtigen Minerals, welches als Einschluss in dem farblosen auftritt, damit vereinigt blieben. Da indessen der schwarze Be-



standtheil, wie später gezeigt wird, aus Magnetit besteht und der farblose Körper eisenfrei ist, so war für das Resultat der Analyse nichts zu besorgen. Von dem augitischen Bestandtheil blieb an den ausgesuchten Splittern nur sehr wenig haften, wie dies auch die Analysen zeigen. Es dauerte sehr lange bis für die Untersuchung ausreichendes Material gewonnen wurde. Zur Aufschliessung mit kohlensaurem Natronkali verwendete ich 339 Mg. und erhielt:

Kieselsäure	184 Mg.	oder	54·3 Pct.
Thonerde	82·2 „	„	24·2 „
Eisenoxyduloxyd	16·4 „	„	4·9 „
Kalkerde	38·0 „	„	11·2 „

Zur Aufschliessung mit Flusssäure wurden verwendet 445·8 Milligramme und erhalten:

Thonerde	113·0 Mg.	oder	25·3 Pct.
Eisenoxyduloxyd	19·8 „	„	4·5 „
Kalkerde	49·4 „	„	11·1 „
Natron	21·7 „	„	4·9 „
Kali	5·6 „	„	1·2 „

Die kleine Menge von Magnesia war in beiden Fällen nicht bestimmbar. Das Mittel der Bestimmungen ist:

Kieselsäure	54·3
Thonerde	24·8
Eisenoxyduloxyd	4·7
Kalkerde	11·1
Natron	4·9
Kali	1·2
	101·0.

Durch Prüfung einiger Splitter, welche vollkommen frei von Einschlüssen waren, hatte ich mich überzeugt, dass in dem farblosen Bestandtheile keine Spur von Eisen enthalten sei. Daher muss, um die Zusammensetzung des tesseralen Bestandtheiles zu erkennen, der Eisengehalt in Abzug gebracht werden; demnach enthalten 100 Theile des farblosen Silicates:

Kieselsäure	56·3
Thonerde	25·7
Kalkerde	11·6
Natron	5·1
Kali	1·3.

Das Volumgewicht wurde bei Anwendung von 482 Milligr. zu 2·71 bestimmt. Wenn die 4·7 Pct. betragende Beimengung von Magnetit berücksichtigt wird, erhält man für das Volumgewicht die Zahl 2·65.

Die chemische Zusammensetzung stimmt mit keinem bekannten tesseralen Mineral, sie hat aber Ähnlichkeit mit der eines Labradorites von Labrador, welchen ich vor längerer Zeit untersuchte [1] und dessen Analyse hier unter II. mit der vorigen verglichen wird.

	I.	II.
Kieselsäure	56·3	56·0
Thonerde	25·7	27·5
Eisenoxyd	—	0·7
Magnesia	—	0·1
Kalkerde	11·6	10·1
Natron	5·1	5·0
Kali	1·3	0·4
	100·0	99·8
Volumgewicht	2·65	2·697.

Die Unterschiede in der Thonerde und Kalkerde sind allerdings merklich, doch nicht so bedeutend, dass der Vergleich ohne weiteres von der Hand zu weisen wäre. Demnach möchte es scheinen, als ob eine Dimorphie der Labradoritsubstanz vorläge, die einmal in trikliner, das anderemal in tesseraler Form aufträte. Die Sache ist aber nicht wenig complicirt, da das eine zu vergleichende Mineral, der Labradorit, schon eine Mischung von zwei verschiedenen Verbindungen, nämlich von Anorthit- und Albitsubstanz darstellt. Diese beiden Substanzen müssten dimorph

---

[1] Die Feldspathgruppe, Sitzungsberichte d. k. Akademie d. Wiss. in Wien. Bd. L. pag. 566.

sein und auch in der tesseralen Form sich mischen. Dafür spricht wirklich die partielle Zersetzbarkeit des tesseralen Silicates, welches auch in dieser Hinsicht mit dem Labradorit übereinkommt. Zu einem Versuche in dieser Richtung hatte ich kein ausgewähltes Material mehr, daher benützte ich das feine Pulver des Meteoriten, wie es zur später angeführten Totalanalyse diente, und liess concentrirte Salzsäure darauf einwirken. Bei Anwendung von 1713 Milligr. fand ich in dem zersetzten Antheil:

Magnesia	0·35	Pct.
Kalkerde	1·62	„
Natron	0·35	„

Demnach wurde von dem Natron weniger gelöst als es geschehen wäre, wenn das tesserale Silicat als solches aufgelöst worden wäre, und es scheint also auch in dem tesseralen Bestandtheil ein schwerer auflösliches Natronsilicat mit einem leichter zersetzbaren Kalksilicat gemischt zu sein.

Ein tesserales Mineral von der angegebenen Zusammensetzung ist bisher noch nicht bekannt. Ich erlaube mir für das neue meteoritische Mineral den Namen Maskelynit vorzuschlagen zu Ehren des Herrn N. S. Maskelyne in London, welcher die Methode der partiellen mineralogischen und chemischen Untersuchung auf die Meteoriten mit so grossem Erfolge angewendet und dadurch der Meteoritenkunde neue Bahnen eröffnet hat.

3. Gelbes Silicat. In sehr geringer Menge und in Partikelchen von 0·1 Mm. Grösse findet sich, mit dem augitischen Bestandtheil verwachsen, ein doppeltbrechendes, im durchfallenden Lichte gelbliches Mineral, welches, wie die Umgebung, beiläufig parallele Sprünge zeigt und nach der Orientirung der Hauptschnitte zu schliessen, rhombisch ist. Nach dem mikroskopischen Ansehen zu schliessen, möchte es für Bronzit zu halten sein, da es mit dem Bronzit im Shalka-Meteoriten grosse Ähnlichkeit hat. Dass es ein Silicat sei, scheint mir unzweifelhaft, weil die Totalanalyse des Meteoriten keinen anderen Schluss erlaubt. Auf der Bruchfläche des Meteoriten und beim Aussuchen unter der Loupe wurden diese Partikel ihrer Kleinheit wegen nicht bemerkt.

4. Magnetit. Kleine schwarze Körnchen ohne jede Formausbildung, welche theils zwischen den Gemengtheilen liegen, theils in dem Maskelynit als Einschluss vorkommen, erwiesen sich als Magnetit. Sie sind pechschwarz, halbmetallisch, haben muscheligen Bruch, schwarzen Strich und sind stark magnetisch. Das Pulver wird durch Salzsäure vollständig zersetzt und liefert eine gelbe Lösung, welche die Reactionen beider Oxyde des Eisens gibt. Für eine Analyse war die Menge zu gering. Zur Bestimmung des percentischen Gehaltes an Magnetit im ganzen Meteoriten diente der früher genannte Versuch. Bei Anwendung von 1713 Milligr. wurden in dem durch Salzsäure zersetzten Antheil 81 Milligr. Eisenoxyd gefunden, was 4·57 Pct. Magnetit entspricht.

Nach Behandlung des Pulvers des Meteoriten mit Salzsäure war jede graue Färbung verschwunden und unter dem Mikroskop waren keine schwarzen Körnchen mehr wahrzunehmen. Demnach sind alle undurchsichtigen schwarzen Partikel durch Salzsäure zersetzbare Körper.

5. Magnetkies. Nur sehr selten ist in dem Meteoriten bei Anwendung der Loupe ein metallisches gelbes Pünktchen zu bemerken, das auf Magnetkies zu beziehen wäre. Diese Pünktchen fanden sich mit dem Magnetit verwachsen.

Der Meteorit von Shergotty besteht demnach hauptsächlich aus einem augitischen Bestandtheil, aus Maskelynit und Magnetit, ausserdem finden sich sehr kleine Mengen eines gelben Silicates und dem Magnetkies ähnliche Pünktchen darin. Der Magnetit ist zum ersten Male mit Sicherheit als Bestandtheil eines Meteoriten erkannt worden; der Maskelynit ist überhaupt neu.

Zur Bestimmung der relativen Mengen der Bestandtheile in dem Shergotty-Meteoriten dienen die zuvor angeführten Bestimmungen und die von Herrn E. Lumpe im Laboratorium des Herrn Prof. E. Ludwig ausgeführte Totalanalyse desselben [1].

Wenn man in die letztere den gefundenen Gehalt an Magnetit einführt, so ergibt sich für die Zusammensetzung des Meteoriten:

---

[1] Mineralog. Mittheilungen, ges. v. Tschermak 1871, p. 55.

Kieselsäure	50·21
Thonerde	5·90
Eisenoxydul	17·59
Manganoxydul	Spur
Magnesia	10·00
Kalkerde	10·41
Natron	1·28
Kali	0·57
Magnetit	4·57
Schwefel	Spur
	100·53.

Von gediegen Eisen wurde nur eine kaum erkennbare Spur bemerkt. Das Volumgewicht des Meteoriten bestimmte ich zu 3·277.

Wenn in dem Meteoriten 73·4 Pct. des augitischen Bestandtheiles 22·5 Pct. Maskelynit, 4·5 Pct. Magnetit angenommen und die übrigen zwei in sehr geringer Menge auftretenden Gemengtheile vernachlässigt werden, so stellt sich die Rechnung wie folgt:

	Pyroxen	Maskelynit	Magnetit	Meteorit total berechnet	Meteorit total beobachtet
Kieselsäure . . .	38·21	12·68	—	50·89	50·21
Thonerde	0·18	5·79	—	5·97	5·90
Eisenoxydul . . .	16·93		—	16·93	17·59
Magnesia	10·43	—	—	10·43	10·00
Kalkerde	7·65	2·60	—	10·25	10·41
Natron	—	1·14	—	1·14	1·28
Kali	—	0·29	—	0·29	0·57
Magnetit	—	—	4·50	4·50	4·57
Summen . .	73·40	22·50	4·50	100·40	100·53
Volumgewicht .	3·466	2·65	5·0	3·285	3·277.

Der Meteorit von Shergotty steht in mineralogischer Hinsicht den Meteoriten sehr nahe, welche G. Rose Eukrit genannt hat. Den Pyroxen hat er mit diesen gemeinsam. Er enthält zwar keinen Anorthit, hingegen Maskelynit, welcher dem Labradorit nahe verwandt ist. Der Labradorit ist aber ein Mineral, welches in den irdischen Felsarten in derselben Weise auftritt wie sein Ver-

wandter, der Anorthit. Im Übrigen ist aber der Shergotty-Stein von den Eukriten merklich verschieden, denn der Maskelynit und der Magnetit sind in diesen bisher nicht gefunden worden.

In chemischer Beziehung kommt der untersuchte Meteorit ebenfalls dem Eukrit nahe und steht am nächsten dem Meteorit von Petersburg wie der folgende Vergleich zeigt.

	Petersburg L. Smith	Shergotty Lumpe
Kieselsäure	49·21	50·21
Thonerde	11·05	5·90
Eisenoxydul	20·41	21·85
Magnesia	8·13	10·00
Kalkerde	9·01	10·41
Natron	0·83	1·28
Kali	—	0·57
Eisen, Mangan, Schwefel	0·60	—
	99·23	100·22.

Der vorwiegende Gehalt an Pyroxen drückt in dem Shergotty-Stein den Thonerdegehalt herab, wogegen die Alkalien steigen, an denen der Maskelynit reicher ist als der Anorthit.

Nach petrographischen Grundsätzen ist der Meteorit von Shergotty vom Eukrit zu trennen und bildet eine eigene Abtheilung unter den Meteorsteinen, die Verwandtschaft beider ist aber doch eine so nahe, dass beide Abtheilungen unter einen gemeinsamen Gesichtspunkt fallen.

Die Analyse des Herrn Frank Crook.

Bei der Veröffentlichung der Totalanalyse die von Herrn E. Lumpe ausgeführt worden[1] wurde bereits bemerkt, dass unter den von Crook publicirten Analysen sich auch eine befindet, die sich auf den Stein von Shergotty beziehen soll, welche aber die Zusammensetzung eines Chondriten ergibt. Ich sprach es schon damals aus, dass, nachdem das Material, welches Herrn Crook vorlag, aus dem Wiener Museum stammte und von dem-

[1] A. a. O.

selben Stücke genommen war, welches meiner Untersuchung diente, unter Crook's Händen eine Verwechslung eingetreten sein müsse. Demnach ist die von Crook mitgetheilte Analyse nicht weiter zu berücksichtigen. Es findet sich aber unter den übrigen Analysen in Crook's Abhandlung keine, welche sich auf den Shergotty-Meteoriten beziehen liesse. Der letztere ist also damals, wie es scheint, gar nicht zur Analyse gekommen. Die Verwirrung ist demnach noch grösser als sie im ersten Augenblicke scheinen möchte, und es dürfte gerathen sein, auch die übrigen Analysen Crook's, welche sich auf die Steine von Ensisheim, Mauerkirchen und Muddoor beziehen sollen, vorläufig ausser Betracht zu lassen.

Gopalpur.

Über diesen Meteoritenfall, welcher am 23. Mai 1865 bei Gopalpur nächst Bagerhaut im District Jessore in Indien stattfand, liegt ein Bericht meist aus den Aussagen von Zeugen bestehend vor[1], auf welchen mich die Herren Oldham und Stoliczka aufmerksam machten und wovon hier das Wichtigste mitgetheilt werden soll.

Bábu Gour Doss Bysack, welcher den Stein an die Asiatic Society of Bengal übergab, sammelte auch die Berichte der Augenzeugen, vor allem von Bakeroodin Shaikh aus Gopalpur (Kreis Selimabad), welcher aussagte: „Am letzten Dinstag (23. Mai), etwa um 4 Dundo Abends (circa 6 Uhr Nachmittags), ging ich nach dem Felde, um mein Vieh zu holen. Der Himmel war um diese Zeit mit Wolken bedeckt, die nach Süden zu besonders dicht waren. Auf einmal hörte man einen zischenden Ton, der von Südost kam und etwas dunkles fiel auf den Boden, etwa 30 Fuss von dem Orte wo ich stand. Ich trat heran und bemerkte ein Loch im Boden. Ich nahm das Holz, an welches die Kuh gebunden war, steckte es herein und berührte etwas, das den Klang eines verglasten Backsteines hören liess. Der Stein kam in schiefer Richtung von der Südseite......Das Geräusch war ähnlich dem, welches einer oder mehrere Geier machen,

[1] Proceedings of the Asiatic Society of Bengal 1865, p. 94.

wenn sie fliegen. Ich sah etwas schweres zur Erde fallen. Es war kein Rauch, kein Licht, noch irgend ein Geruch zu bemerken. Vor dem Falle war kein Geräusch oder Getöse von den Wolken her zu vernehmen. Ich glaube, es befand sich zur Zeit dieses Ereignisses niemand auf dem Felde ausser mir und Alef, der in jenem Augenblicke nur etwa 5 oder 6 Russes von mir entfernt war. Wir nahmen den Stein aus der Erde. Er war beiläufig 15 Zoll tief eingeschlagen, das Loch hatte eine Öffnung von 6 bis 7 Zoll, doch war es nicht senkrecht, sondern etwas schräge. Man konnte den Stein in der Vertiefung nicht sehen, doch mit dem Stocke fühlen. Als wir ihn heraufholten, war er warm, nicht sehr heiss. Ich nahm ihn heraus, nachdem er etwa 1 Dundo im Boden war, d. i. die Zeit, welche nöthig war, um 11 Russes (= 440 Yards) zu gehen, um aus einem benachbarten Dorfe eine Haue zu holen, den Stein damit aufzugraben."

Alef Shaikh gab an: „Als ich vom Felde zurückkehrte, hörte ich ein Geräusch, nicht wie ein Donner, sondern ein lautes Zischen, ohne Lichterscheinung. Den Fall habe ich nicht gesehen, da ich 4 oder 5 Russes entfernt war..... Wir gruben und sahen, dass es ein Stein sei, und ich reichte denselben dem Bakeroodin. Er bewahrte ihn als etwas ausserordentliches in einem neuen irdenen Topfe auf. Wir haben ihm keine Poojah (Festfeier) veranstaltet, denn wir wussten nicht recht, was es sei. Da aber die Hindu's viele Götzen haben, so glaubten wir es möchte einer davon sein. Beinahe alle Götzenbilder der Hindu sind von Stein und dieser ist ihnen ähnlich.

Die Nachricht von dem Fall verbreitete sich ringsum, die Leute kamen, den Stein zu sehen......."

Was an diesen Berichten besonders bemerkenswerth erscheint und hervorgehoben zu werden verdient, ist das F e h l e n j e d e r D e t o n a t i o n, das Fehlen des erschütternden Knalles, welcher bei den Meteoritenfällen gewöhnlich beobachtet wird. Hier sprechen die Zeugen nur von einem Zischen und Rauschen. Wäre eine Detonation wahrgenommen worden, die Zeugen würden die Schilderung dieses Eindruckes gewiss in den Vordergrund gestellt haben. Es scheint demnach, dass der Vorgang bei dem Niederfallen dieses Meteoriten von dem regelmässigen Processe etwas verschieden gewesen sei.

Über den Meteoriten in seiner ursprünglichen Gestalt gibt Herr Blanford im Anschlusse an jene Berichte eine kurze Notiz folgenden Inhaltes:

„Der Stein war nahezu vollständig, denn er zeigte nur wenige Abschürfungen an den Ecken. Die Oberfläche zeigt Eigenthümlichkeiten, welche an den mir bekannten Steinen, so viel ich mich erinnere, nicht bemerkt worden sind. Dies bezieht sich namentlich auf die striemige Zeichnung auf einer Fläche, deren Ursache zu ermitteln wol von Interesse wäre. Die Grübchen, welche man auf einer anderen Fläche sieht und die auch von Bábu Gour Doss Bysack in seinem Briefe angeführt sind, erinnern an die allerdings flacheren Gruben in der Oberfläche des Steines von Parnallee. Beide Erscheinungen rühren vielleicht von derselben Ursache her, nämlich von ungleicher. Erosion des Steines bei seiner Reibung an der Atmosphäre an Stellen, welche in ihrer Härte und Schmelzbarkeit verschieden waren.... Bei der neuerlichen Untersuchung wurde ich in dieser Idee bestärkt. Die tiefen Gruben sowohl als die radiale Streifung sind, wie ich glaube, ohne Zweifel durch die atmosphärische Erosion hervorgebracht. Etwas Ähnliches bietet der Durala-Meteorit des British Museum dar, welchen Maskelyne beschrieb."

Der Meteorit hat eine graubraune Farbe und eine ziemlich unregelmässige Gestalt. Legt man ihn auf seine grösste ebene Fläche, so zeigt er einen beiläufig trapezoidalen Umriss und kehrt jene krumme Fläche aufwärts, welche Vertiefungen und striemige Zeichnungen darbietet. S. Taf. II. Während nun bei dieser Stellung die obere krumme Fläche sich nach den Seiten *A*, *C*, *D* hin bis zur Basis des Steines herabsenkt, erfolgt dies gegen *B* zu nicht. Die krumme Fläche bricht hier in einer scharfen-Kante ab und stösst hier mit einer auf der Basis senkrechten Fläche zusammen. Diese Fläche *B* macht aber nicht blos oben, sondern auch unten beim Zusammentreffen mit der Basis scharfe Kanten. Der Stein ist demnach von einer krummen grubigen Fläche und von zwei fast ebenen Flächen begrenzt, welche als Basis und als *B*-Fläche bezeichnet werden mögen. Die zwei Seitenansichten, welche auf Taf. III und IV gegeben sind, vervollständigen das Bild dieses Meteoriten. Die Ansicht auf Taf. III ist von *A* her genommen und zeigt die längste Seite des Steines,

auf Tafel IV ist jene Ansicht dargestellt, wie er von C aus erscheint, es ist die schmalste Seite. Die Grösse der Bilder ist die natürliche.

Auf Taf. III ist durch eine Punktirung jenes Stück des Meteoriten bezeichnet, welches sich gegenwärtig im Wiener Museum befindet. Schon beim ersten Anblick des Bildes und noch mehr des Modelles erkennt man, dass der Stein ein ausgezeichnetes Beispiel eines „orientirten" Meteoriten darbietet. Die striemige radiale Zeichnung auf der krummen Fläche ist so auffallend, wie bei nur wenigen Steinen der Chondrit-Gruppe. Die krumme grubige Fläche ist, um Haidinger's Ausdruck zu gebrauchen, die Brustseite, die beiden ebenen Flächen bilden die Rückenseite des Steines.

Die Brustseite trägt eine dünne, schwach schimmernde Rinde, welche allenthalben fein gestreift und gerieft erscheint. Die Riefen sind beiläufig radial angeordnet und convergiren gegen einen Punkt, welcher in der Figur auf Tafel III mit o bezeichnet ist. Neben dem Punkte o liegt eine schmale tiefe Grube, nicht weit davon gegen B hin findet sich wiederum eine tief eingesenkte Grube. Alle die grubigen Vertiefungen sind in die Länge gezogen und zwar desto mehr, je seichter sie sind und je mehr entfernt sie von dem Radiationspunkte o liegen. Ihre Längsrichtungen convergiren alle gegen o. Aus diesen Daten folgt, dass bei der Bewegung des Steines durch die Atmosphäre der Punkt o voranging und dass die Richtung der Bewegung in Bezug auf den Stein die auf Taf. III mit einem Pfeile angedeutete gewesen sei. Durch die bei der Reibung in der Atmosphäre entstandene Wärme wurde die Oberfläche des Steines abgeschmolzen und der Anprall der Lufttheilchen verursachte an den mehr lockeren Stellen der Brustseite Vertiefungen, die sich radial gegen den Apex o aushöhlten, die Kanten, die früher auf der Brustseite gelegen, rundeten sich ab und die fortwährend gebildeten Schmelztröpfchen, welche durch die anprallende Luft von dem Steine abgeschleudert wurden, brachten die feine radiale Textur der Schmelzrinde hervor. Die Rückenseite des Steines hat einen ganz anderen Charakter. Sie besteht, wie gesagt, aus zwei ziemlich ebenen Flächen, die fast rechtwinkelig zusammenstossen und miteinander und mit der Brustseite scharfe Kanten bilden. An den letzteren Kanten

findet ein geringes Überwallen statt, d. i. die Rinde der Brustseite greift mit ihrem so scharf ausgesprochenen Charakter noch etwas über die Kante herüber, um dann plötzlich mit einem scharfen, zuweilen gefransten Rande aufzuhören, und es beginnt nun die Rückenseiten-Rinde, welche vor allem durch ihr gekörntes Aussehen auffällt. Sie ist mit unzähligen kleinen Knötchen besetzt, welche meist aus Schmelz allein bestehen, während manche der grösseren Körnchen innen ein ungeschmolzenes Meteoritenkörnchen enthalten. Dadurch ist besonders die Fläche *B* ausgezeichnet, während die andere weniger rauh erscheint. Beide Flächen sind aber im Vergleiche zu der Brustseite matt und rauh. Die Rinde ist viel dicker als die der Brustseite, eine regelmässige Zeichnung ist auf derselben nicht zu bemerken. Es ist begreiflich, dass bei der Bewegung des Meteoriten durch die Luft auf dessen Rückenseite, welche dem directen Anprall der Luft nicht ausgesetzt war, sich eine dickere Schmelzschichte ansammeln musste, als vorne. Die erhitzte Luft, welche hinter dem Steine wirbelnd zusammenschlug, brachte auch Schmelztröpfchen und zuweilen einige von der Vorderfläche abgerissene Körnchen, mit, welche an der Rückseite angeschmolzen werden konnten. Die zusammenschlagende Luft ordnet die Schmelztröpfchen nur selten auf der Rückseite regelmässig und radial an, in einzelnen Fällen geschieht es dennoch, wofür der von Haidinger beschriebene Stein von Goalpara ein Beispiel liefert [1].

Innen ist die Masse des Steines weisslichgrau und der Bruch ist erdig. In der Grundmasse stecken unzählige kleine Kügelchen, welche bräungrau oder hellgrau sind und gewöhnlich unter 1 Mm. Durchmesser haben. Ausserdem glitzern in der Grundmasse metallische gelbe Pünktchen von Magnetkies. Das zellige und zackige Eisen ist im Bruche kaum zu erkennen, dagegen tritt es in der Schliffflähe sehr deutlich hervor.

Der Stein ist ein ausgezeichneter Chondrit und durch die Kleinheit der Kügelchen gekennzeichnet. Er hat Ähnlichkeit mit den Meteoriten von Utrecht und Pegu.

Die weissliche Grundmasse ist erdig, tuffartig. Sie besteht aus einem Staube, aus einem Zerreibsel, in welchem man bei der

[1] Diese Sitzungsberichte, 59. Bd., II. Abth., pag. 665.

mikroskopischen Prüfung eckige Fragmente doppeltbrechender Minerale von verschiedener Grösse erkennt. Die grösseren Stückchen zeigen entweder eine faserige oder stängelige Textur mit einer der Längsrichtung entsprechenden Spaltbarkeit, oder sie lassen nur krumme Sprünge erkennen. In der Grundmasse sind grössere und kleinere Partikel von Magnetkies und von Eisen enthalten. Die letzteren bilden öfters zusammenhängende zellige Partien, wie in Fig. 7. In der nächsten Umgebung des Eisens bemerkt man öfter eine kleine Menge eines staubartigen undurchsichtigen dunkelbraunen Gemengtheiles, den ich für Chromit halte.

Die Kügelchen, welche beim Zerbrechen des Steines aus der Masse herausfallen, haben verschiedene Beschaffenheit. Die auffallendsten und grössten derselben sind bräunlichgrau, im Bruche faserig. Die Hauptmasse dieser Kügelchen ist unschmelzbar, in Säuren unauflöslich; sie besteht aus Kieselsäure, Magnesia und Eisenoxydul. Die optischen Hauptschnitte liegen parallel und senkrecht gegen die Längsrichtung der Fasern. Demnach ist das faserige Mineral für Bronzit zu halten. Diese trüben faserigen Kügelchen sind nicht immer homogen, sondern enthalten ausser dem faserigen Bestandtheil oft auch einen körnigen, wie Fig. 4 angibt. Andere Kügelchen haben eine strahlige Textur und bestehen ganz oder zum Theil aus stängeligen Krystallen wie das in Fig. 7 abgebildete. Die einzelnen Säulchen sind durchsichtig und erscheinen durch Quersprünge gegliedert; wegen zu grosser Dicke des Präparates liess sich die optische Orientirung nicht sicher bestimmen. In einem Falle wurden in einer solchen Kugel zwei Centra der radialen Anordnung beobachtet, wie dies Fig. 5 darstellt. Wenn Kugeln, die aus dem stängeligen Körper bestehen, in einer auf die Stengel beiläufig senkrechten Richtung getroffen werden, müssen sie ein anderes Bild geben. Die Fig. 6 stellt wahrscheinlich einen solchen Fall dar. Die stängelige Masse scheint von der faserigen verschieden und demnach kein Bronzit zu sein. Es ist nicht unwahrscheinlich, dass dadurch ein feldspathartiger Bestandtheil repräsentirt wird.

Die dritte Art von Kügelchen besteht vorzugsweise aus einer körnigen Masse. Die Körner sind oft von krummen Sprüngen durchzogen wie dies Fig. 8 angibt. Diese Kügelchen dürften

wohl als Olivin zu betrachten sein. In allen Kügelchen, und zwar innerhalb der Fasern, Stengel und Körner, finden sich zahlreiche kleine schwarze rundliche Einschlüsse, die wohl nur als Nickeleisen gelten können, da sie durch Säuren aufgelöst werden, da ihre Menge für die kleine Quantität des gefundenen Chromites zu gross und da sie niemals das Aussehen von Magnetkies haben.

Die grossen dunklen undurchsichtigen Partikel aber, welche in den Kügelchen und der Grundmasse erscheinen, sind sowohl Eisen als Magnetkies.

Die Kügelchen sind sonach in ihrer Zusammensetzung von der Grundmasse gar nicht verschieden. In beiden wurden als Hauptbestandtheile Bronzit, Olivin, Eisen und Magnetkies erkannt. Der einzige Unterschied ist der, dass in den Kügelchen die Krystallstücke grösser sind. Ausser den Silicatkügelchen finden sich hie und da auch solche, die fast gänzlich aus Eisen oder aus Magnetkies zusammengesetzt sind. Die Oberfläche derselben ist ziemlich rauh, wie denn überhaupt auch die Silicatkügelchen niemals eine ganz glatte Oberfläche haben und nur die faserigen Kügelchen annähernd glatt erscheinen.

Die Beschaffenheit der zuvor beschriebenen Kügelchen ist im allgemeinen gleich jener, welche die Kügelchen der Chondrite durchwegs darbieten. G. Rose hat bereits gezeigt, dass diese Kügelchen, welche für die Mehrzahl der Meteoriten charakteristisch sind, von allen ähnlichen Bildungen in den irdischen Gesteinen verschieden seien [1]. Die Verschiedenheit tritt bei den Kügelchen mit Faserstructur besonders deutlich hervor. Während die Kügelchen, welche in irdischen Gesteinen im Perlit, Obsidian, Pechstein, in manchen Dioriten vorkommen, radialfaserig sind, erscheinen die Kügelchen der Meteorite nicht radialfaserig, und wenn auch, wie in dem Falle Fig. 5, eine radiale Gruppirung der Fasern vorkömmt, so ist die Anordnung in der Kugel doch excentrisch. Ein zweiter Unterschied besteht darin, dass die Kügelchen der Meteorite aus denselben Bestandtheilen zusammengesetzt sind wie die Grundmasse und im Vergleich zur Grundmasse häufig blos gröber körnig erscheinen. Dies

[1] Beschreibung und Eintheilung der Meteoriten. Abhandlungen d. kön. Akad. Berlin. 1863, pag. 85.

kömmt bei den Silicatgesteinen, von welchen zuvor Beispiele angeführt wurden, gleichfalls nicht vor, denn die Kügelchen derselben erweisen sich mikroskopisch verschieden von der Grundmasse.

Die Grundmasse, worin die Meteoritenkügelchen liegen, ist nur sehr selten krystallinisch, sie ist vielmehr fast immer von klastischer Beschaffenheit und die Chondrite erscheinen zumeist als meteoritische Tuffe, als Anhäufungen von sandigem und pulverigem Zerreibsel. Man kann sich die Bildung dieser tuffähnlichen Meteoriten, wozu auch der Stein von Gopalpur gehört, nicht anders denken, als ein Zerreiben von krystallinischen Stücken oder Flocken und als ein neuerliches Zusammenballen der zerriebenen Massen. Bei dem Zerreiben wurden die festeren und zäheren Partikel zu Kügelchen abgerundet und nachher wieder in die staubige Masse eingelagert. Diese zerreibende Thätigkeit muss begreiflicherweise ganz anderer Natur gewesen sein als die tuffbildende Thätigkeit unserer Vulkane, denn diese zerstäubt blos halbflüssige Lavamassen und formt so die vulkanische Asche, deren Aufhäufung und Mischung mit anderen Trümmern den vulkanischen Tuff bildet.

Bei den Meteoriten hingegen müsste angenommen werden, dass starre Massen durch gegenseitige Reibung zu Staub zermahlen wurden, und dabei nur die zäheren Partikel als Kügelchen zurückblieben. Das meteorische Gestein muss sich demnach selbst zerrieben haben, und die ganze Masse muss in Staub und Kügelchen aufgelöst worden sein, worauf sie sich wieder zu einem allerdings lockeren Haufwerk sammelte.

Dies bezieht sich natürlich nur auf jene Meteoriten, welche eine lockere Masse mit erdigem Bruche darstellen, während andere deutlich krystallinische Meteorsteine einen solchen Process nicht durchgemacht zu haben scheinen.

Der Meteorit von Gopalpur ist von Herrn A. Exner analysirt worden[1]. Derselbe fand in dem Stein, als dessen metallischen Antheil zusammensetzend:

---

[1] Mineralogische Mittheilungen, ges. v. Tschermak. 1872, pag. 41.

Eisen	20·96 Proc.
Nickel	1·80 „
Kobalt	0·10 „
Schwefel	1·74 „

Dieser Antheil ist als Nickeleisen und Magnetkies zu berechnen. Das Silicatgemenge zerlegte Herr A. Exner mit verdünnter Salzsäure und fand im aufgelösten Antheil:

Kieselsäure	10·97 Proc.
Thonerde	0·15 „
Eisenoxydul	7·36 „
Magnesia	9·93 „
Kalkerde	0·21 „

Diese Zahlen entsprechen einem eisenreichen Olivin ganz genau. Die kleinen Mengen von Thon- und Kalkerde deuten darauf, dass durch die Salzsäure auch eine geringe Quantität eines feldspathartigen Bestandtheils in Auflösung gebracht wurde. Die Analyse des unzersetzten Antheils gab:

Kieselsäure	26·47 Proc.
Thonerde	2·37 „
Eisenoxydul	4·58 „
Manganoxydul	0·26 „
Magnesia	9·79 „
Kalkerde	1·39 „
Natron	0·62 „
Kali	0·21 „
Chromit	Spur „
Summe der Gesammtanalyse . .	98·92 Proc.

Der ungelöste Antheil hat der Hauptsache nach die Zusammensetzung eines Bronzites, aber die Quantitäten der Thonerde und der Alkalien sind so bedeutend, dass dadurch eine sehr erhebliche Menge eines feldspathartigen Gemengtheils von der Zusammensetzung eines Oligoklases angezeigt wird, und zwar berechnet sich die Menge des letzteren Bestandtheils im Meteoriten zu mehr als 10 Pct., wie folgende Zahlen zeigen:

	Bronzit	Oligoklas Ab_3An	Summen
Kieselsäure	19·80	6·60	26·40
Thonerde	—	2·57	2·57
Eisenoxydul	4·68	—	4·68
Magnesia	10·00	—	10·00
Kalkerde	0·84	0·56	1·40
Natron	....	0·94	0·93
	35·32	10·66	45·98.

Welcher Art der feldspathartige Bestandtheil sei, lässt sich trotz der mikroskopischen Untersuchung nicht mit Sicherheit sagen, weil die für Oligoklas charakteristische Zwillingstreifung nicht wahrgenommen wurde und weil auch keine einfachbrechenden Splitter beobachtet wurden, welche einen Maskelynit anzeigen würden. Ich halte aber, wie gesagt, die strahligen Partikel für den feldspathartigen Bestandtheil, weil er weder dem faserigen Bronzit, noch dem körnigen Olivin gleichkömmt.

Wenn man aus den analytischen Daten die percentischen Mengen der einzelnen Bestandtheile des Meteoriten von Gopalpur berechnet, erhält man folgendes Resultat:

Nickeleisen	20·35
Magnetkies	4·44
Olivin	28·86
Bronzit	35·60
Feldspathartiger Bestandtheil .	10·75
Chromit	Spur
	100

Die beiden untersuchten Meteorsteine, der von Shergotty und jener von Gopalpur sind demnach in ihrer Zusammensetzung sehr verschieden und diese Verschiedenheit ist die grösste, welche bei den Meteorsteinen überhaupt vorkömmt.

Die Hauptresultate der Untersuchung, soweit sie durch Worte darstellbar sind, wären die folgenden:

Der Meteorit von Shergotty besteht aus einem Augit, aus einem tesseralen Silicat (Maskelynit), welches in der chemischen Zusammensetzung dem Labradorit gleichkömmt, und aus Magnetit.

Dieser Meteorit steht in chemischer und mineralogischer Beziehung den Steinen von Stannern, Juvinas, Jonzac, Petersburg sehr nahe, welche von den gewöhnlichen Meteorsteinen stark verschieden sind.

Der Meteorstein von Gopalpur gehört seiner Form nach zu den Meteoriten mit ausgezeichnet ausgeprägter Orientirung.

Dieser Meteorit ist chemisch und mineralogisch den gewöhnlichen Meteorsteinen gleich, doch enthält er eine nicht unbedeutende Menge eines feldspathartigen Gemengtheils.

Die Beschaffenheit der Grundmasse und der darin liegenden Kügelchen, sowie der Vergleich mit den gewöhnlichen Meteoriten führen zu der Vorstellung, dass diese Meteormassen zuerst aus starren Theilen bestanden, welche durch gegenseitige Reibung Staub und kleine Kügelchen erzeugten, aus welchen sich die meteoritische Masse wieder zusammenballte.

Erklärung der Tafeln.

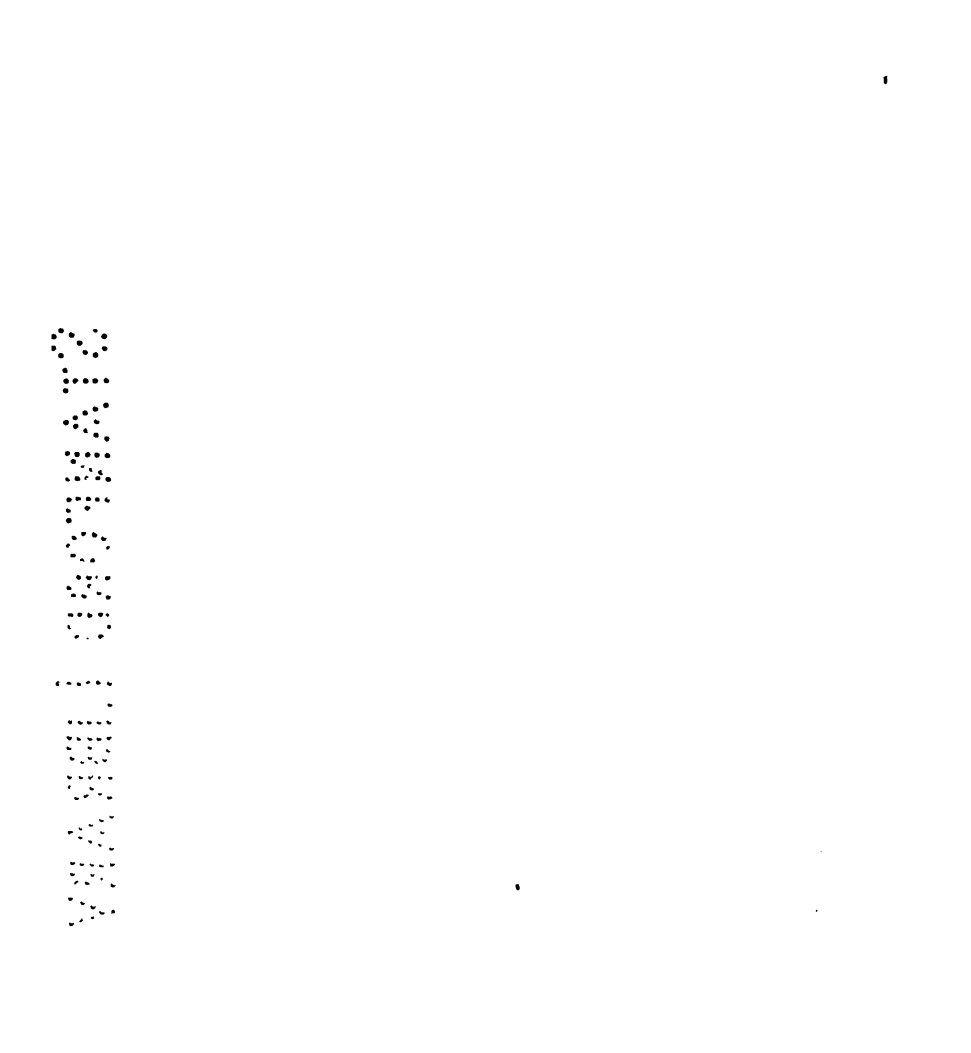
Taf. I. Fig. 1. Ansicht eines Dünnschliffes aus dem Meteorstein von Shergotty bei 12maliger linearer Vergrösserung. Fig. 2. Ein Stückchen Maskelynit in demselben Dünnschliff, bei 80maliger Vergr. Fig. 3. Ein anderes Partikelchen von Maskelynit bei 75m. V. Fig. 4. Ein Bronzitkügelchen aus dem Meteorstein von Gopalpur als Dünnschliff bei 40m. V. Fig. 5. Ein Kügelchen von strahliger Textur bei 40m. V. Fig. 6. Eben solches Kügelchen, der Schnitt senkrecht auf die Fasern geführt bei 52m. V. Fig. 7. Partie aus einem Dünnschliff desselben Meteoriten bei 55m. V. Fig. 8. Ein Olivinkügelchen aus demselben Meteoriten bei 52m. V.

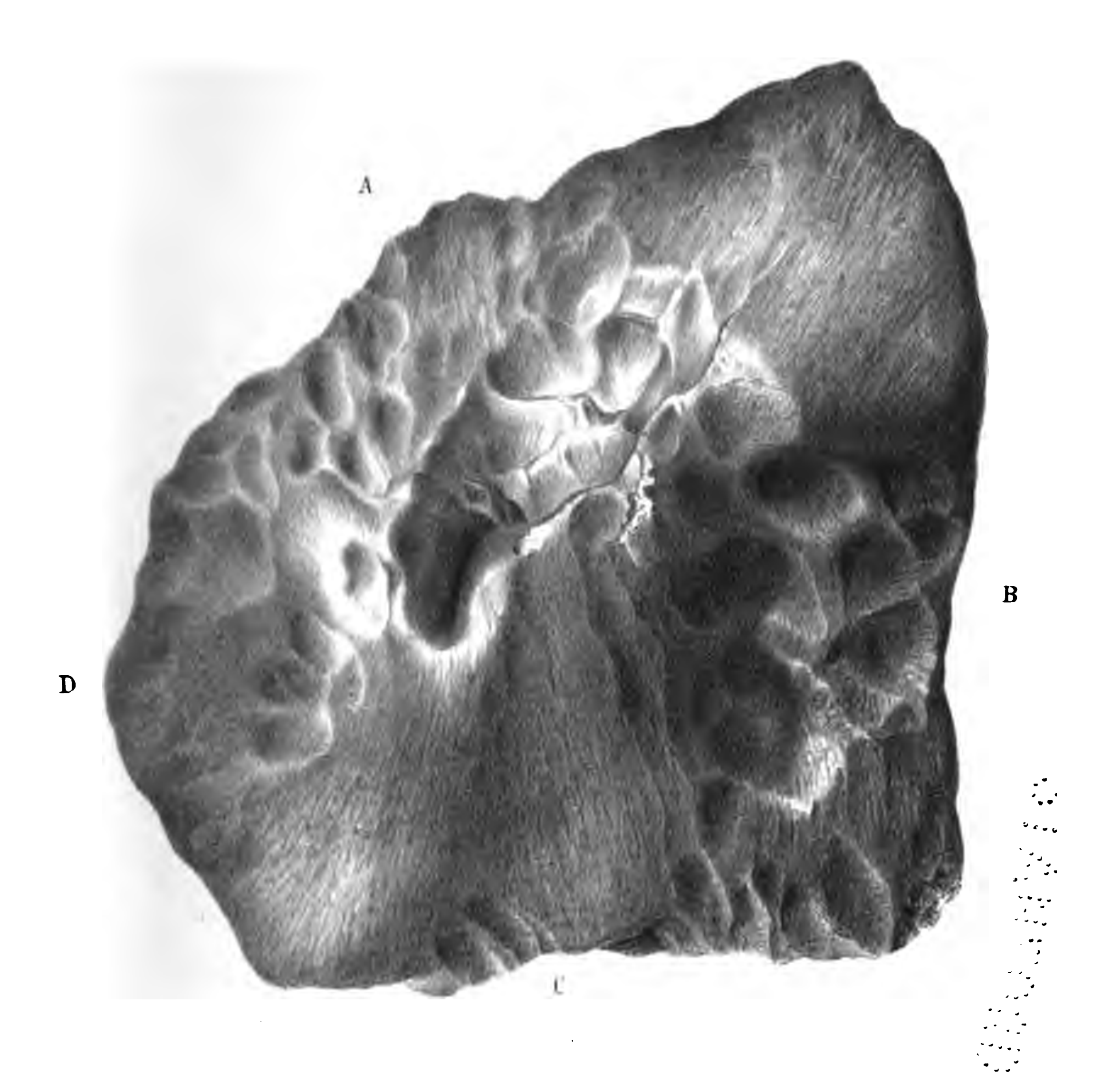
Taf. II. Ansicht des Meteorsteines von Gopalpur von der Brustseite. Natürliche Grösse.

Taf. III. Ansicht desselben Meteoriten von der längsten Seite.

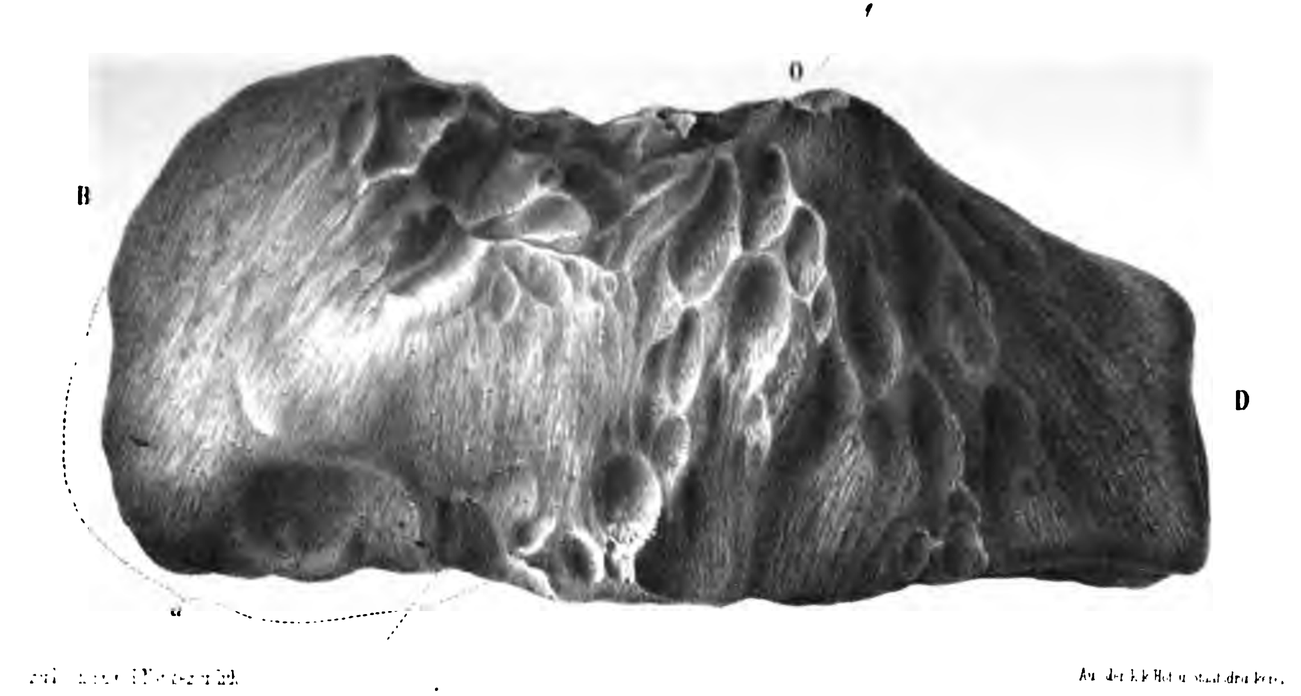
Taf. IV. Ansicht desselben Meteoriten von der kürzesten Seite.







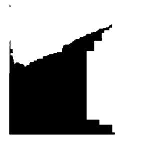
Emil Schems n. d. Nat. gez. u. lith. Aus der k.k. Hof- u. Staatsdruckerei.



Aus der k.k. Hof u. Staatsdruckerei.



Aus der k.k. Hof-u. Staatsdruckerei



Über Castanea vesca und ihre vorweltliche Stammart.

Von dem c. M. Prof. Dr. Constantin Freih. v. Ettingshausen.

(Mit 17 Tafeln in Naturselbstdruck.)

In der fossilen Flora von Leoben kommen die Reste einer *Castanea*-Art sehr häufig vor. Ich fand in den Schichten des Moskenberges und am Münzenberge die männlichen Blütenkätzchen dieser Art oft so wohl erhalten, dass man die Staubgefässe an denselben deutlich wahrnehmen konnte. In grosser Menge aber sammelte ich die Blätter, sowohl an den genannten Localitäten als auch im Seegraben. Sie zeigen in Bezug auf die Form, Beschaffenheit des Randes, der Basis und Spitze, ja sogar in der Nervation mannigfache Abänderungen. Dass diese Abänderungen denen der analogen jetztweltlichen *Castanea vesca* genau entsprechen, dass ferner nicht wenige dieser Varietäten der vorweltlichen Art auch aus anderen Lagerstätten der Tertiär-Formation zum Vorschein gekommen, aber irrthümlich als besondere Cupuliferen-Arten beschrieben worden sind, soll in vorliegender Abhandlung nachgewiesen werden.

Zu diesem Zwecke musste ich den Blattbildungen der *Castanea vesca*, welche ich in den Wäldern der Umgebungen von Eibiswald in Steiermark zu studiren Gelegenheit hatte, eine eingehende Untersuchung widmen. Im ersten Abschnitte gebe ich eine Übersicht der von mir gesammelten Blattabänderungen; dieselben beobachtete ich theils an verschiedenen Bäumen getrennt, theils an einem und demselben Baume beisammen vorkommend. So fand ich Bäume, welche nur Blätter der Form 1 oder 2 oder 3 zeigten. Solche Fälle gehören aber zu den Seltenheiten. Dagegen kommen sehr gewöhnlich die bezeichneten Blattformen und dazu die Formen 4 und 5 an einem und demselben Baume vor. Hin und wieder gesellen sich zu diesen noch die Form 6, 7 und 9,

dann doppelt-gezähnte, gelappte oder eingeschnitten gezähnte, sehr selten ganzrandige Blätter u. s. w. Ich muss jedoch hervorheben, dass ich diese verschiedenen Blätter wohl an verschiedenen Sprossen desselben Baumes, niemals aber an einem und demselben Sprosse beisammen gefunden habe.

Bei der grossen Variation in allen Merkmalen des Blattes, welche sich aus dem Folgenden für die *Castanea vesca* ergibt, hält es schwer, Merkmale aufzustellen, wodurch sich das Blatt dieser Art von ähnlichen der Gattungen *Fagus*, *Alnus*, *Planera*, insbesondere aber von denen verschiedener Eichen in allen Fällen unterscheidet. In der Form finden wir kein auch nur annähernd allgemeines Unterscheidungsmerkmal. Bezüglich der Zahnung des Randes kann als sehr vorherrschend hervorgehoben werden, dass an der Spitze der Zähne die Secundärnerven oder deren Äste als kleine bis 1·5 Millim. lange Dörnchen entweder frei oder von einem schmalen Flügel der Blattsubstanz umsäumt sich fortsetzen. Der Blattstiel erreicht höchstens die Länge von 20—25 Millim. Er geht in einen verhältnissmässig stark hervortretenden, meistens geradlinigen, gegen die Spitze zu allmälig verfeinerten Primärnerv über. Die Secundärnerven entspringen gewöhnlich unter Winkeln von 50—60°, selten unter 40—45°, wie z. B. an den Blättern Fig. 7 auf Taf. I, Fig. 4, 5 auf Taf. II, Fig. 4 auf Taf. XIII und Fig. 2 auf Taf. XVII, niemals aber unter spitzeren. Sie treten auffallend stärker hervor als die Tertiären und sind randläufig. Letzteres gilt wenigstens von der Mehrzahl der Secundärnerven eines Blattes, selbst wenn es fast ganzrandig ist, wie z. B. Fig. 1 auf Taf. IX, wo die meisten Secundärnerven im Rande endigen. Das Gleiche sehen wir auch an den bogenförmigen Secundärnerven der Fig. 3 auf Taf. IV, Fig. 3 auf Taf. VI und Fig. 3 auf Taf. VIII, an dem verkümmerten Blatte Fig. 1, Taf. I und an dem kleinsten mir bis jetzt untergekommenen ausgebildeten Kastanienblatte Fig. 5 auf Taf. II. Bedeutend variiren jedoch Zahl, Richtung und Verlauf der Secundärnerven. Die Tertiärnerven hingegen erweisen sich fast in allen Merkmalen mehr beständig. In der Blattmitte entspringen von jeder Seite eines Secundären 7—13 verbindende Tertiärnerven unter rechtem oder wenig spitzem Winkel. Ihre Äste und die Quaternärnerven begrenzen sich unter nahezu 90° und bilden ihren Flächendimensionen nach

ziemlich gleiche hervortretende Netzmaschen. Jede Quaternärmasche enthält 3—5 Quinternärnerven, deren Anastomosen das feinste aus unregelmässig viereckigen Maschen zusammengesetzte Netz erzeugen.

I. Abänderungen des Blattes von *Castanea vesca.*

A. In der Form.

1. Schmallanzettlich. Die Blätter haben eine langgestielte abgerundete Basis. Taf. I, Fig. 5, 6 und 8.
2. Lanzettförmig. Die Blätter haben bald eine verschmälerte, bald eine abgerundete, seltener eine ausgerandete Basis und sind bald kürzer, bald länger gestielt. Taf. XII, Fig. 1; Taf. XVII, Fig. 1.
3. Breit- oder eilanzettlich. Die Blätter sind meist grob-gezähnt und an der Basis abgerundet oder an derselben verschmälert. Taf. X, Fig. 1; Taf. I, Fig. 7.
4. Elliptisch. Die Basis ist kurzgestielt abgerundet oder ausgerandet. Taf. IV, Fig. 4; Taf. II, Fig. 3.
5. Länglich. Basis abgerundet oder ausgerandet, seltener spitz; Spitze meist stumpf. Blattstiel meist ziemlich kurz. Taf. II, Fig. 2 und 4; Taf. X, Fig. 2.
6. Eiförmig. Blätter kurz gestielt. Taf. I, Fig. 2; Taf. XV, Fig. 3.
7. Keilförmig oder verkehrt-eiförmig. Blätter meist sehr kurz gestielt. Taf. IV, Fig. 5; Taf. VI, Fig. 2.
8. Rundlich, Taf. I, Fig. 1, und Taf. IV, Fig. 2; oder rundlich-elliptisch, Taf. VI, Fig. 4.
9. Rhombisch, dabei stets grob- oder lappig-gezähnt. Taf. II, Fig. 1; Taf. VI, Fig. 1.
10. Ungleichseitig, dabei von sehr verschiedener Eigenschaft. Taf. X, Fig. 3; Taf. V, Tig. 1; Taf. VIII, Fig. 3.

B. In der Randbeschaffenheit.

11. Ganzrandig oder undeutlich gezähnt. Taf. IX, Fig. 1.
12. Mit wenigen Randzähnen und von der Mitte an bis zur Basis ganzrandig. Taf. I, Fig. 2; Taf. IX, Fig. 3.
13. Klein gezähnt. Zähne bald mit Stachelspitzen (Taf. IX, Fig. 4, 5; Taf. XI, Fig. 3), bald ohne solche (Taf. II, Fig. 5).

14. Fünfzähnig. Zähne meist sehr gross. Taf. IV, Fig. 2.
15. Grob-gezähnt, mit zahlreichen Zähnen. Diese entweder unbewehrt, Taf. I, Fig. 3, oder mit Stachelspitzen versehen. Letzteres vorherrschend.
16. Entfernt-gezähnt. Taf. XII, Fig. 2; Taf. XIV, Fig. 1; Taf. XVII, Fig. 2.
17. Mit genäherten Zähnen. Taf. III, Fig. 5, Taf. X, Fig. 1.
18. Mit ungleichen Zähnen. Taf. V, Fig. 4, Taf. XV, Fig. 1, Taf. XVI, Fig. 1.
19. Mit verschmälerten zugespitzten Zähnen, Taf. IV, Fig. 1.
20. Mit breiten Zähnen, Taf. VI, Fig. 2, Taf. VIII, Fig. 3, Taf. XI, Fig. 1.
21. Mit langbespitzten Zähnen. Taf. X, Fig. 1, Taf. XIII, Fig. 2.
22. Mit abstehenden Zähnen. Taf. III, Fig. 1.
23. Mit nach der Spitze zugekehrten Zähnen. Taf. I, Fig. 4.
24. Gekerbt, mit deutlichen Stachelspitzen, Taf. III, Fig. 3, 4; mit kaum deutlichen oder sehr kleinen Stachelspitzen, Taf. VIII, Fig. 3.
25. Doppelt-gezähnt. Taf. II, Fig. 6; Taf. XVI, Fig. 1.
26. Lappig- oder eingeschnitten-gezähnt. Taf. V, Fig. 2, 3.
27. Gelappt, mit gleichen Lappen, Taf. IV, Fig. 3; mit ungleichen Lappen oder einseitig gelappt, Taf. V, Fig. 1, Taf. VI, Fig. 3, Taf. VII, Fig. 2.

C. In der Beschaffenheit der Basis.

28. Kurzgestielt, Taf. II, Fig. 1, 2, Taf. III, Fig, 4, Taf. XII, Fig. 2; oder fast sitzend, Taf. II, Fig. 5, Taf. VII, Fig. 3.
29. Langgestielt, Taf. I, Fig. 6.
30. An der Basis herzförmig, Taf. I, Fig. 4, Taf. XII, Fig. 3; tief- oder seicht ausgerandet, Taf. X, Fig. 2, Taf. XI, Fig. 2, Taf. II, Fig. 3.
31. Abgeschnitten, Taf. VIII, Fig. 2.
32. Vorgezogen, Taf. III, Fig. 1, Taf. XIII, Fig. 4.
33. Spitz, Taf. II, Fig. 2.
34. Verschmälert, Taf. I, Fig. 7.
35. Ungleich oder schief, Taf. VII, Fig. 3, Taf. VIII, Fig. 1, 4, Taf. XI, Fig. 4, Taf. XIII, Fig. 1, 3.

D. **Bezüglich der Beschaffenheit der Spitze.**

36. Tief-ausgerandet, Taf. III, Fig. 2.
37. Eingeschnitten, Taf. XI, Fig. 1.
38. Abgeschnitten-stumpf, Taf. X, Fig. 2.
39. Abgerundet- oder eiförmig-stumpf, Taf. IX, Fig. 2, Taf. XV, Fig. 2, Taf. II, Fig. 3.
40. Spitz, Taf. I, Fig. 4; oder zugespitzt, Taf. IX, Fig. 3.
41. In eine lange Spitze vorgezogen, Taf. I, Fig. 5, Taf. XVI, Fig. 3.

E. **In der Nervation.**

42. Mit verkürztem Primärnerv, bei kleinem verkümmerten Blatte, Taf. I, Fig. 1.
43. Mit starkem hervortretendem Primärnerv, Taf. XI, Fig. 4.
44. Mit an der Spitze wenig verfeinertem, oder wie abgebrochen endigendem Primärnerv, Taf. III, Fig. 5; Taf. IX, Fig. 2, Taf. XI, Fig. 1.
45. Mit gegen die Spitze zu bedeutend verfeinertem Primärnerv, Taf. II, Fig. 2, Taf. IV, Fig. 1, Taf. XII, Fig. 1.
46. Mit an der Spitze, Taf. III, Fig. 1, oder im ganzen Verlaufe geschlängeltem Primärnerv, Taf. I, Fig. 2, Taf. XVII, Fig. 2.
47. Mit gebogenem Primärnerv, Taf. I, Fig. 1, Taf. II, Fig. 4.
48. Nur zwei randläufige Secundärnerven jederseits, Taf. IV, Fig. 2.
49. Jederseits drei randläufige Secundärnerven, Taf. I, Fig. 2, Taf. IV, Fig. 5.
50. Einerseits zwei, auf der anderen Seite vier randläufige Secundärnerven, Taf. II, Fig. 1.
51. Jederseits 4—5 randläufige Secundärnerven, Taf. I, Fig. 3, Taf. II, Fig. 2, 5, Taf. IV, Fig. 4, Taf. V; Fig. 2.
52. Mit entferntstehenden spärlichen Secundärnerven, Taf. IV, Fig. 3, Taf. VI, Fig. 1, Taf. VII, Fig. 1.
53. Mit genäherten zahlreichen Secundärnerven, Taf. I, Fig. 5, Taf. II, Fig. 4, Taf. X, Fig. 1, Taf. XII, Fig. 1.
54. Im unteren Flächentheile oder nur an der Basis rechtwinklig eingefügte Secundärnerven, Taf. II, Fig. 3, Taf. X, Fig. 2, Taf. XII, Fig. 3, Taf. XVII, Fig. 1.

55. Secundärnerven insbesondere an der Basis unter auffallend spitzen Winkeln abgehend, Taf. I, Fig. 7, Taf. XI, Fig. 4, Taf. XV, Fig. 2, Taf. XVII, Fig. 2.
56. Secundärnerven unter verschiedenen mehr oder weniger spitzen Winkeln abgehend, Taf. I, Fig. 3, Taf. V, Fig. 1.
57. Mit fast geradlinigen Secundärnerven, Taf. I, Fig. 7, Taf. VIII, Fig. 2.
58. Mit convergirend bogigen Secundärnerven, Taf. III, Fig. 3, Taf. VIII, Fig. 3, Taf. IX, Fig. 5, Taf. XI, Fig. 3, Taf. XII, Fig. 2.
59. Mit divergirend bogigen Secundärnerven, Taf. II, Fig. 4.
60. Secundärnerven nur am Ursprunge convergirend und im weiteren Verlaufe divergirend, Taf. III, Fig. 4, Taf. XV, Fig. 1.
61. Secundärnerven am Ursprunge divergirend, im übrigen convergirend, Taf. XIV, Fig. 1.
62. Secundärnerven an der Blattbasis divergirend, in der Mitte convergirend und an der Spitze geradlinig, Taf. II, Fig. 6.
63. Mit unregelmässig schlängeligen Secundärnerven, Taf. IV, Fig. 1, Taf. IX, Fig. 1.
64. Mit einfachen ungetheilten Secundärnerven. Der gewöhnliche Fall.
65. Mit gabelspaltigen Secundärnerven, Taf. III, Fig. 4, Taf. XIV, Fig. 2.
66. Mit an der Spitze ästigen Secundärnerven, Taf. II, Fig. 6.
67. Mit am Ursprunge oder unterhalb der Mitte ästigen Secundärnerven, Taf. II, Fig. 1.
68. Mit hervortretenden Aussennerven, Taf. XVI, Fig. 1.
69. Mit spärlichen Tertiärnerven, Taf. II, Fig, 2, 5.
70. Tertiärnerven zahlreich, einander genähert, Taf. X, Fig. 2.
71. Tertiärnerven, von beiden Seiten der Secundären unter rechtem Winkel abgehend, Taf. III, Fig. 3, Taf. XII, Fig. 1.
72. Tertiärnerven, von der Innenseite der Secundären unter rechtem, von der Aussenseite derselben aber unter spitzem Winkel abgehend, Taf. II, Fig. 4, Taf. X, Fig. 2, Taf. XIII, Fig. 2, Taf. XIV, Fig. 1, Taf. XVII, Fig. 1.
73. Tertiärnerven von der Innenseite der Secundären unter spitzem, von der Aussenseite derselben unter rechtem Winkel entspringend, Taf. XIII, Fig. 1, 4.

74. Tertiärnerven an der Innenseite der Secundären unter rechtem und spitzem, an der Aussenseite nur unter spitzem Winkel abgehend, Taf. XI, Fig. 3.
75. Tertiärnerven von beiden Seiten der Secundären unter spitzen Winkeln entspringend, Taf. I, Fig. 7, Taf. II, Fig. 6, Taf. XVI, Fig. 1.
76. Mit hervortretenden Tertiärnerven, Taf. IV, Fig. 3.
77. Tertiärnerven in Aussennerven übergehend, Taf. VI, Fig. 1, 3, Taf. VII, Fig. 1, 2.
78. Mit verlängerten verbindenden Tertiärnerven, Taf. VIII, Fig. 3.
79. Mit fast geradlinigen oder nur wenig gebogenen Tertiärnerven, Taf. I, Fig. 8, Taf. III, Fig. 5.
80. Mit geschlängelten Tertiärnerven. Der gewöhnliche Fall.
81. Mit hin- und hergebogenen Tertiärnerven, Taf. XV, Fig. 1, Taf. XVI, Fig. 1, 2.
82. Mit stärker verästelten Tertiärnerven, Taf. II, Fig. 2, 6, Taf. III, 1.
83. Mit netzläufigen Tertiärnerven, Taf. I, Fig. 7, Taf. VI, Fig. 1, 4.
84. Mit spärlich entwickeltem Blattnetze, Taf. I, Fig. 6, 8.
85. Mit sehr vollkommen entwickeltem Netze, Taf. IV, Fig. 3, Taf. VI, Fig. 3, Taf. VII, Fig. 1.

II. Abänderungen des Blattes der vorweltlichen Stammart, (*Castanea atavia*).

Die Zusammenstellung der nach Hunderten zählenden *Castanea*-Blätter, welche aus den Hangendschichten des Braunkohlenlagers von Leoben zum Vorschein kamen, ergab, dass die im Obigen aufgezählten Abänderungen unserer jetztlebenden *Castanea*-Art mit wenigen Ausnahmen schon an der vorweltlichen Art auftraten, dass aber bis jetzt keine Abänderung der letzteren gefunden worden, welche den Blattabänderungen der *Castanea vesca* nicht entsprechen würde. Von dem Auftreten mehrerer *Castanea*-Arten in der fossilen Flora Leobens kann bei dem keineswegs als zufällig anzunehmenden Umstande, dass ich am Moskenberge und am Münzenberge, wo die erwähnten Blätter am häufigsten vorkommen, immer nur die Blütenkätzchen Einer *Ca-*

stanea-Art aufzufinden vermochte, nicht die Rede sein. Es unterliegt daher keinem Zweifel, dass die in der genannten fossilen Flora vorkommende *Castanea* die Stammart der *Castanea vesca* ist. Da eine Form der ersteren mit convergirend-bogigen Secundärnerven zuerst von Unger in der fossilen Flora von Sotzka, Taf. 10, Fig. 5—7 den Namen *Castanea atavia* erhielt, so habe ich für diese, auch in der fossilen Flora von Bilin vorkommende Stammart, mit welcher ich die *Castanea Kubinyi* Kov. vereinigte, die Unger'sche Bezeichnung gewählt. (S. Ettingsh. foss. Flora v. Bilin I, S. 52, T. 16, F. 3.) Dagegen spricht Stur in den „Beiträgen zur Kenntniss der Flora der Süsswasserquarze, der Congerien- und Cerithien-Schichten", S. 80, unter Hinweis sowohl auf Merkmale des Blattgrundes, der Zahnung des Randes und der Richtung der Secundärnerven, als auch auf das verschiedene Alter der Schichten, welchen die Fossilreste angehören. Allein schon durch die im Vorhergehenden nachgewiesene Veränderlichkeit dieser Merkmale bei *Castanea vesca* ist die Einwendung Stur's widerlegt. Die gegen die Basis und Spitze fast gleichmässig verschmälerten Blätter Fig. 1 auf Taf. XII und Fig. 1 auf Taf. XV haben durchaus convergirend bogige Secundärnerven, wie auch Fig. 3 auf Taf. VIII, Fig. 5 auf Taf. IX, Fig. 2 auf Taf. XII u. s. w., entsprechen demnach der *Castanea atavia* Ung., während das ebenfalls an beiden Enden stark verschmälerte Blatt Fig. 7 auf Taf. I durch seine, nur oben noch etwas convergirenden, an der Basis aber divergirend-bogigen Secundärnerven den Übergang zu der Form *C. Kubinyi* andeutet. Wenn sich Herr Stur nur bemüht, „Blätter aus viel jüngeren Schichten von solchen aus bekannt viel tieferen Schichten auseinanderzuhalten", so befindet er sich nicht auf dem richtigen Wege zur Erforschung der vorweltlichen Flora, um so weniger dort, wo es sich um Arten handelt, welche wie die in Rede stehende von der sarmatischen Stufe bis in die tongrische hinab reichen.

In meiner Abhandlung „Beiträge zur Tertiärflora Steiermarks" Sitzb. B. 60, I, S. 48 gab ich bereits eine Übersicht der von mir in Leoben gesammelten Blattabänderungen der *Castanea atavia*, worauf ich verweise. Die Vergleichung dieser Abänderungen mit den bisher bekannt gewordenen, den *Cupuliferen* ein-

gereihten Blattfossilien aus verschiedenen Lagerstätten der Tertiärflora ergab, dass eine nicht geringe Anzahl von Formen keineswegs selbständigen Arten, sondern nur der genannten Art angehören. Solche sind im Folgenden unter Hinweisung auf die ihnen entsprechenden Formen der *Castanea vesca* aufgezählt.

Fagus castaneaefolia Unger, Chloris prot. t. 28, f. 1. Das Blatt hält bezüglich seiner Form und der Richtung der Secundärnerven die Mitte zwischen den Blättern Fig. 7 auf Taf. I und Fig. 5 auf Taf. III, hinsichtlich der einander ziemlich genäherten Secundärnerven mehr letzterem gleichend. Die Stachelspitzen der Zähne sind hin und wieder deutlich erkennbar. Die sehr stumpfe abgerundete Basis gleicht jener von Fig. 1 Taf. XII oder von Fig. 1 Taf. XIII, in der Länge des Blattstiels mehr mit letzterer übereinstimmend.

Die von Sismonda in seiner Monograhie „Matériaux pour servir à la Paléontologie du terrain tertiaire du Piémont“ T. 10, F. 4, T. 13, F. 2, 3, T. 14, F. 1, T. 15, F. 3 unter der Bezeichnung *Fagus castaneaefolia* abgebildeten Blätter stimmen in allen Eigenschaften mit der in Leoben vorherrschenden Form der *Castanea atavia* überein. Das Blatt Fig. 4 auf der Taf. 10 gleicht in der Zahnung des Randes und in der Stellung und Distanz der Secundärnerven dem von Unger a. a. O. abgebildeten Blatte am meisten. Es hat ebenfalls stachelspitzige Zähne, ist aber bedeutend grösser und breiter. Letzteres gilt auch von dem auf der Taf. 14 dargestellten Blatte. Ich könnte auf eine vollkommen gleiche Form der *Castanea vesca* hinweisen, wenn ich es nicht der Raumersparniss wegen vermieden hätte, selbe in die Tafeln aufzunehmen. Ich muss mich daher mit dem Citate der Fig. 2 auf Taf. XIII, einer allerdings sehr ähnlichen Form, begnügen. Das Blatt Fig. 3 auf Taf. 15 steht dem in Unger's fossiler Flora von Sotzka, Taf. 10 Fig. 5 abgebildeten Blatte der *Castanea atavia* am nächsten, hat jedoch fast gerade, nicht aber so auffallend convergirend bogige Secundärnerven wie dieses. Dass hiernach in der Gattung *Castanea* kein Artunterschied begründet werden kann, werde ich weiter unten bei Besprechung der Form *C. Kubinyi* beweisen.

Die von Heer in seinem vortrefflichen Werke „Flora fossilis arctica“ Taf. 46, Fig. 1—, als *Fagus castaneaefolia* bezeich-

neten Blätter passen ganz wohl zu den Reihen der *Castanea atavia* und *vesca*. Das Blatt Fig. 1 gleicht kleinen unentwickelten Blättern der ersteren, welche ich am Münzenberge gefunden habe. Fig. 2 ist breiteren eilanzettlichen Blättern der *Castanea atavia* bis auf die kleinen Randzähne sehr ähnlich. Diesen entspricht das auf Taf. X, Fig. 1 dargestellte Blatt der *Castanea vesca* vollkommen, nur mit Ausnahme der viel grösseren stachelspitzigen Randzähne, welche aber, wie in dem vorhergehenden Abschnitte gezeigt worden, bei genannter Art auch sehr klein und unbewehrt sein können. Das Blatt Fig. 3 auf Heer's citirter Tafel hat nun schon viel grössere Randzähne, zwar ebenfalls ohne Stachelspitzen, ist aber aus gleichem Grunde mit dem auf Taf. XII, Fig. 1, insbesondere der genäherten Secundärnerven und der verschmälerten Basis wegen sehr wohl zu vergleichen.

Fagus dentata Goeppert, Beiträge zur Tertiärflora Schlesiens, Taf. 2, Fig. 3. Ist nur eine Form der *Castanea atavia* mit breiterem unbewehrt grobgezähntem Blatte, stumpflicher Spitze und ein wenig convergirend bogigen Secundärnerven. Das citirte Blatt stimmt mit Fig. 3 auf Taf. II und mit Fig. 2 auf Taf. X bis auf die hier bewehrten Zähne am meisten überein.

Die von Heer im cit. Werke Taf. 10, Fig. 1, 2, 7b, 9 als *Fagus dentata* bezeichneten Blattfossilien entsprechen vollkommen dieser Form. Der am besten erhaltene Rest Fig. 9 zeigt eine etwas spitz vorgezogene Basis und gehörte einem mehr länglichen Blatte an, passt daher zu Fig. 2 auf Taf. III, und in Bezug auf die Entfernung der Secundärnerven zu Fig. 2 auf Taf. XVI.

Unger gab in seiner fossilen Flora von Gleichenberg, Taf. II, Fig. 11 die Abbildung eines als *Fagus dentata* bezeichneten Blattes, das wegen der feineren, am Ursprunge divergirend bogigen Secundärnerven von den oben Erwähnten abweicht. Es gehört jedoch ebenfalls in den Formenkreis der *Castanea atavia* und entspricht in Bezug auf die Richtung der Secundärnerven den in Taf. II, Fig. 4 und Taf. XIV, Fig. 1 dargestellten Blättern, in Bezug auf die Feinheit derselben aber den Blättern Fig. 3—5 auf Taf. IX.

Fagus dentata Gaudin et Strozzi, Mém. sur quelques gisements de feuilles fossiles de la Toscane I, Taf. 6, Fig. 5 zeigt dieselbe Nervation an einem grösseren seichter gezähnten Blatte;

das Fossil entspricht deshalb noch besser dem Blatte Fig. 1 auf Taf. XIV, als das erwähnte von Unger dargestellte.

Castanea Kubinyi Kovats, Fossile Flora von Erdöbénye Taf. 3, Fig. 1—7. Die am a. O. abgebildeten Blätter haben durchaus stachelspitzige Zähne, eine sehr stumpfe Basis und vorherrschend geradlinige oder divergirend-bogige Secundärnerven. Solche Blätter, die den in Fig. 2 auf Taf. VIII, Fig. 1 auf Taf. XIII dargestellten der *Castanea vesca* entsprechen, fand ich häufig im Gebiete des Braunkohlenlagers von Leoben, aber mit diesen auch ebenso häufig solche mit verschmälerter Basis, unbewehrten Zähnen und convergirend-bogigen Secundärnerven, dann alle möglichen Übergansformen, ähnlich den Blättern Fig. 3 auf Taf. III, Fig. 5 auf Taf. IX, Fig. 1 auf Taf. XII, Fig. 2 auf Taf. XV, Fig. 1 auf Taf. XVII u. s. w.

Castanea palaeopumila Andrae, Beiträge zur Kenntniss der fossilen Flora Siebenbürgens und des Banates, Taf. 14, Fig. 2. Hält die Mitte zwischen den Blättern Fig. 2 und Fig. 5 der vorhergehenden Form. Die beigegebene Zeichnung der Nervation Fig. 2a zeigt von beiden Seiten der Secundärnerven unter rechtem Winkel entspringende, verbindende Tertiärnerven, wie bei Fig 1 auf Taf. XVII. Solche sah ich auch an den Leobener Blättern; häufiger aber von der Aussenseite oder von beiden Seiten der Secundären unter spitzen Winkeln abgehende Tertiärnerven, wie dies ebenfalls bei *Castanea vesca* das gewöhnliche ist.

Das von Massalongo in seinem Werke über die fossile Flora von Senigallia Taf. 24, Fig. 1 als *Castanea palaeopumila* abgebildete Blatt hat etwas geschlängelte, unter spitzeren Winkeln abgehende Secundärnerven und gleicht in dieser Beziehung dem Blatte Fig. 2 auf Taf. XV.

Castanea Tornabenii Massalongo, Studii sulla Flora fossile del Senigalliese, Taf. 32, Fig. 4. Gleicht einerseits einem breiteren, an der abgerundeten Basis ausgerandeten Blatte der *Castanea atavia* aus Leoben, anderseits dem Blatte Fig. 4 auf Taf. II der *C. vesca*. Das erwähnte Leobner Blatt hat unbewehrte stumpfliche Zähne.

Castanea Forilivii Massal. l. c. Taf. 24, Fig. 2. Ein sehr ähnliches grosses Blatt fand ich in Leoben. Es entspricht bezüglich der groben Randzähne der Fig. 3 auf Taf. XVI, hin-

sichtlich der Breite und Stellung der Secundärnerven den Blättern Fig. 1 auf Taf. XIV und Fig. 1 auf Taf. XVI der *Castanea vesca*.

Castanea Ombonii Massal. l. c. Taf. 33, Fig. 4, Taf. 42, Fig. 8. Das Blatt Fig. 4 entspricht schmäleren Blättern der *Castanea atavia*, welche sowohl stachelspitzige als auch unbewehrte Zähne besitzen, vollkommen. Ebenso gleicht es in Bezug auf die Zahnung des Randes, Form, und die convergirend bogigen Secundärnerven den Blättern Fig. 5 und 8 auf Taf. II. Hinsichtlich der geradlinigen Secundärnerven steht das in Massalongo's Werke abgebildete Blatt Fig. 8 der von Kovats a. a. O. gegebenen Abbildung Fig. 2 am nächsten.

Castanea protobroma Massal. l. c. Taf. 42, Fig. 17. Ist ein kleineres, lanzettliches, ausgeschweift gezähntes Blatt der *Castanea atavia* mit divergirenden Secundärnerven. In der Form und Zahnung des Randes kommt es dem Blatte Fig. 3 auf Taf. XIII, in der Form und Nervation dem von Kovats a. a. O. in Fig. 6 abgebildeten Blatte nahe.

Castanea Ungeri Heer, Contributions to the Fossil Flora of North-Greenland, Taf. 44, Fig. 1—3, Taf. 46, Fig. 8; *Flora fossilis Alaskana* Taf. 7, Fig. 1—3. Die Blätter unterscheiden sich nicht von breiten lanzettlichen Blättern der *Castanea atavia* mit mehr genäherten Secundärnerven und unbewehrten Randzähnen. Das Blatt Fig. 3 von Alaska gleicht bezüglich der Form und Nervation dem in Fig. 2 auf Taf. XIII dargestellten der *Castanea vesca*. Das in Fig. 1 erstgenannter Abhandlung dargestellte Bruchstück von einem männlichen Blütenkätzchen stimmt mit den von mir in Leoben gesammelten Kastanienkätzchen sehr wohl überein. Es gehörte einem eben im Aufblühen begriffenen Kätzchen an, während die Leobener Kätzchen sich meist vollständig aufgeblüht oder auch schon theilweise verblüht und mit verschrumpften Staubgefässen besetzt zeigen. (Siehe meine Beiträge zur Kenntniss der fossilen Flora Steiermarks, Taf. 2, Fig. 17—20.) Die stachelige Fruchthülle und die Frucht des vorweltlichen Kastanienbaumes, welche Heer unter den Fossilien Nordgrönlands entdeckte, habe ich am Moskenberge bei Leoben gefunden in Resten, die mit den von Heer a. a. O. in Fig. 2 und 2b abgebildeten vollkommen übereinstimmen.

Quercus Nimrodis Unger, Fossile Flora von Sotzka, Taf. 10, Fig. 1—3. Die Secundärnerven sind wegen mangelhafter Erhaltung grösstentheils unkenntlich. Bezüglich der Zahnung des Randes entsprechen die Blätter einerseits den grob- oder eingeschnitten gezähnten der *Castanea atavia*, wie solche aus Leoben mir vorliegen, theils den auf Taf. V dargestellten Blättern der *C. vesca*.

Das von Heer in seiner Tertiärflora der Schweiz, Taf. 76, Fig. 6 als *Quercus Nimrodis* bezeichnete Blatt dürfte mit *Quercus Meriani* Heer l. c. Fig. 12 zu vereinigen sein.

Quercus pseudocastanea Unger, Fossile Flora von Gleichenberg, Taf. 2, Fig. 7, verschieden von *Q. Pseudo-Castanea* Goeppert (Beiträge zur Tertiärflora Schlesiens, Taf. 3, Fig. 1, 2) durch die zartere Textur und feinere Secundärnerven, passt sehr wohl in den Formenkreis der *Castanea atavia*. Überdies kommt letztere im Sandsteine von Gossendorf, dem Fundorte der *Quercus pseudo-castanea* Ung., in ganz ähnlichen Formen (l. c. Taf. 2, Fig. 11, Taf. 4, Fig. 1) vor, welche sich an die grob- oder lappig-gezähnten Blätter der vorhergehenden Form und die analogen der *Castanea vesca* (Taf. V, Fig. 3, 4) anschliessen.

Quercus etymodrys Unger l. c. Taf. 3, Fig. 3, gehört ebenfalls zur Reihe von grobgezähnten Blättern der *Castanea atavia* aus der fossilen Flora von Gleichenberg. Der Stiel ist etwas länger als er bei dieser Art gewöhnlich vorkommt; doch habe ich an gleichartigen Blättern von Leoben einen ebenso langen Stiel gesehen. Unger hat in der Flora von Szántó, Massalongo im o. cit. Werke eine Reihe von sehr ähnlichen Blättern mit kürzeren und längeren Stielen unter den Bezeichnungen *Q. Nimrodis etymodrys* und *pseudocastanea* abgebildet. Sie besitzen fast sämmtlich divergirende Secundärnerven und erweisen sich als zweifellose Kastanienblätter. In Bezug auf die Randbeschaffenheit gleichen sie auffallend den auf Taf. I und V dargestellten Naturabdrücken.

Quercus gigas Goeppert, Tertiäre Flora von Schossnitz, Taf. 8, Fig. 2, ist ein grösseres stachelspitzig gezähntes Blatt der *Castanea atavia* mit stärkerem Primär- und im unteren Theile divergirenden, im oberen convergirenden Secundärnerven. Man

vergleiche mit demselben das Blattstück Fig. 1 auf Taf. VIII, ferner das Blatt Fig. 1 auf Taf. XIV.

Quercus crassinervia Goeppert, l. c. Taf. 8, Fig. 1. Ein Bruchstück eines Blattes, das sich im Typus von dem vorerwähnten keineswegs unterscheidet; es entspricht nahezu der Fig. 3 auf Taf. XII.

Quercus subrobur Goepp. l. c. Taf. 7, Fig. 7—9. Die hieher gebrachten Blätter unterscheiden sich von grösseren grobgezähnten der *Planera Ungeri*, welchen sie täuschend ähnlich sehen, nur durch die mit einem sehr kleinen Endspitzchen besetzten Zähne, in welchem die durchaus etwas stärkeren Secundärnerven endigen. Sie gehören zur Formenreihe der *Castanea atavia* und entsprechen vollkommen den sehr ähnlichen Formen Fig. 2 und 3 auf Taf. I, Fig. 1 auf Taf. II, Fig. 2 und 5 auf Taf. IV und Fig. 2 auf Taf. V der *Castanea vesca*. Die von Goeppert a. a. O. Taf. 5, Fig. 12 und 13 als *Castanea atavia* bezeichneten Blätter aber haben zartere, sehr verfeinert in die Zähne eingehende Secundärnerven, und gehören, wie auch Fig. 10 auf Taf. 8 zu *Planera Ungeri*.

Quercus Drymeja Massalongo, Studii sulla Flora fossile del Senegalliese, Taf. 24, Fig. 7, und Taf. 42, Fig. 10 entspricht dem auf Taf. IX dargestellten Blatte der *Castanea vesca*, Fig. 3.

Quercus Drymeja Heer, Beiträge zur sächsisch-thüringischen Braunkohlenflora, Taf. 5, Fig. 6, 7, und Fossile Flora der Polarländer, Taf. 11, Fig. 1, 2 sind ebenfalls Blätter der *Castanea atavia* mit etwas spitzeren Ursprungswinkeln der Secundärnerven.

Quercus Costae Massal. l. c. Taf. 25, Fig. 7 ist nur ein mangelhaft erhaltenes Blattfossil der *Castanea atavia* mit herzförmig ausgerandeter Basis. Es entspricht den Blättern Fig. 3 auf Taf. XII und Fig. 1 auf Taf. XVII.

Quercus Gastaldii Sismonda, Matériaux pour servir à la Paléontologie du terrain tertiaire du Piémont, Taf. 10, Fig. 3. Ein schmallanzettliches Blatt der *Castanea atavia* mit kleineren unbewehrten Zähnen und divergirend-bogigen Secundärnerven. Ein diesem sehr nahe kommendes Blatt sammelte ich auch in Leoben. Man vergleiche mit demselben das Blatt Fig. 5 auf Taf. I.

Über die folgenden Synonyme der *Castanea atavia* Ung. bedarf es nach dem Vorhergehenden keiner weiteren Erörterung.

Quercus furcinervis Ung. Blätterabdrücke von Szwoszowice, Taf. 13, Fig. 5.

Quercus Drymeja Andrae, Beiträge zur Kenntniss der fossilen Flora Siebenbürgens und des Banates, Taf. 3, Fig. 5, 6.

Quercus montebambolina Gaudin et Strozzi, Contributions à la flore fossile italienne, VI. Mém. Taf. 3, Fig. 10 und 13.

Quercus etymodrys Gaud. et Strozzi l. c. Taf. 3, Fig. 12.

„ *Cardanii* Massalongo, Studii sulla Flora fossile del Senigalliese, Taf. 22—23, Fig. 4.

Quercus Cornaliae Massal. l. c. Taf. 24, Fig. 4.

„ *Venturii* Massal. l. c. Taf. 24, Fig. 6.

„ *Brongniarti* Sismonda, Matériaux pour servir à la Paléontologie du terrain du Piémont, Taf. 14, Fig. 5.

III. Beziehung der *Castanea vesca* zur vorweltlichen Stammart.

Von der *Castanea atavia* haben wir bis jetzt die Blätter, die Blütenkätzchen, die stachelige Fruchthülle und die Frucht kennen gelernt. Dass kein allgemein giltiges Merkmal sich aufstellen lässt, nach welchen erstere von den Blättern der *Castanea vesca* unterschieden werden können, ist schon aus dem Vorhergehenden ersichtlich. Vielmehr ergibt die sorgfältige Vergleichung der aus verschiedenen Horizonten der Tertiärformation stammenden Kastanienblätter mit denen unseres jetztlebenden Kastanienbaumes unzweifelhaft, dass ein allmäliger Übergang zwischen diesen besteht, dass der Kastanienbaum der tongrischen Zeit am meisten, jener der sarmatischen Zeit aber am wenigsten von der *Castanea vesca* in der Blattbildung abweicht und dass die Kastanienbäume der dazwischen liegenden Zeitabschnitte die Mittelglieder der Reihe darstellen. Die von mir bis jetzt aus den Sotzka-Schichten zu Tage geförderten Kastanienblätter sind sämmtlich kürzer gestielt, nach beiden Enden gleichförmig verschmälert, und haben stets unbewehrte Randzähne und convergirend-bogige Secundärnerven, sie gehören der *Castanea atavia* Ung. im engeren Sinne, der Form der tongrischen Stufe an. Aus den Schichten

der darauffolgenden aquitanischen Stufe erhielt ich bereits Blätter mit geradlinigen und divergirend-bogigen Secundärnerven, doch ist der tongrische Typus daselbst noch vorherrschend. In der Flora der Lausanne- (oder Mainzer-) Stufe, in welcher der Kastanienbaum viel häufiger erscheint, kommen Blätter mit geradlinigen und mit divergirenden Secundärnerven ebenso häufig vor, wie solche mit convergirenden. Unter beiderlei Blättern finden sich bereits solche mit stachelspitzigen Randzähnen und mit nicht verschmälerter, stumpfer, breit eiförmiger bis herzförmig ausgerandeter Basis und längeren Stielen. Die rein tongrische Form ist schon seltener. Der Kastanienbaum der Öningen- und der sarmatischen Zeit hat bereits vorherrschend aus breiter abgerundeter Basis lanzettförmige Blätter mit geradlinigen und divergirenden Secundärnerven, stark vorgezogener Spitze und stachelspitzigen Zähnen, steht also in der Blattbildung dem jetzigen Kastanienbaume sehr nahe. Als ganz unwesentlicher Unterschied zwischen beiden lässt sich nur bezeichnen, dass bei ersterem die Stachelspitzen der Zähne meistens kürzer sind und verhältnissmässig häufiger fehlen, als bei letzterem und dass die tongrische Urform, welche bei der lebenden Art nur höchst selten und mehr angedeutet als rein ausgesprochen erscheint (s. Taf. IX, Fig. 1 und 5), am Kastanienbaume der jüngsten Tertiärzeit noch hin und wieder zum Vorschein kommt.

Die von mir am Moskenberge und am Münzenberge bei Leoben gesammelten männlichen Blütenkätzchen (s. Beiträge zur Kenntniss der fossilen Flora Steiermarks, Taf. 2, Fig. 17—20) vermag ich von denen der *Castanea vesca* nicht zu unterscheiden.

In der Abhandlung „Contributions to the Fossil Flora of North Greenland" gibt Prof. Heer auf Tafel 45, Fig. 2 und 2b die Abbildung eines Fruchthüllenrestes und einer Frucht, welche ohne Zweifel einer *Castanea*-Art angehörten, die er als *C. Ungeri* beschrieb. Da aber mit diesen Resten die gleichen Kätzchen gefunden wurden, welche an den Fundstellen der Blätter von *Castanea atavia* bei Leoben vorkommen, da ferner die aus den Schichten von Atanekerdluk zu Tage geförderten Blätter sich von denen der *Fagus castaneaefolia* Ung. und anderen mit der *Castanea atavia* zu vereinigenden Formen durchaus nicht unterscheiden, da endlich die erwähnten Fruchtreste jüngst auch in

den Schichten des Moskenberges von mir entdeckt worden sind, so unterliegt es keinem Zweifel, dass der in Grönland aufgefundene Kastanienbaum mit dem der fossilen Floren von Sotzka, Sagor, Trifail, Eibiswald, Schönegg, Leoben, Bilin, Erdöbénye u. s. w. gleichartig ist.

Die bis jetzt vorliegenden Fruchthüllenreste deuten auf eine mehr kugelige als einförmige Hülle, welche sich sowohl dadurch als auch durch kürzere Stacheln von jener der *Castanea vesca* unterscheidet.

Die Frucht von Atanekerdluk und Leoben ist kleiner und weniger spitz als die unserer jetzt lebenden Kastanie. Die Vergleichung jener Kastanienfrucht, welche Unger unter den Pflanzenresten aus dem Salzstocke von Wieliczka entdeckte (*Castanea compressa* Ung., Denkschriften d. kais. Akademie d. Wissenschaften, Bd. I, Taf. 1, Fig. 9, 10) mit der erwähnten fossilen Frucht, überzeugte mich von der Gleichartigkeit auch dieser Fossilreste.

Wir haben es also nur mit einer einzigen vorweltlichen *Castanea*-Art zu thun, welche von unserer *C. vesca* zwar weder in der Blattbildung noch in der Beschaffenheit der Blütenkätzchen, wohl aber in den Merkmalen der Fruchtbildung verschieden ist.

Es wirft sich nun die Frage auf: kann, wenn die letztere *Castanea*-Art aus der ersteren hervorgegangen, woran wohl kaum zu zweifeln ist, noch von einem wesentlichen Artunterschiede zwischen beiden die Rede sein? Lässt sich nicht annehmen, dass, gleichwie nachweislich in der Blattbildung, auch in den Merkmalen der Fruchthülle und der Frucht ein allmähiger Übergang der Stammart in die Zweigart stattgefunden habe, derselbe aber uns bis jetzt entgangen sei?

Wir wollen die Beantwortung dieser Frage versuchen, ohne jedoch den Boden der Thatsachen zu verlassen.

Es liegen uns zwar nur wenige Exemplare von Fruchtfossilien der *Castanea atavia* vor, glücklicherweise vertheilen sich aber dieselben auf drei verschiedene Horizonte der Tertiärformation. Die oben citirten Reste aus Nord-Grönland fallen der aquitanischen, die am Moskenberge aufgefundenen gehören der Lausanne-Stufe, die von Unger beschriebene Frucht der helvetischen (wenn nicht einer jüngeren) Stufe an. Da müsste man an diesen Resten denn doch eine etwa der Veränderung der vege-

tativen Organe entsprechende Veränderung der Fruchtorgane wahrnehmen können, wenn eine solche bestanden hätte. Allein die gleichnamigen Fruchtreste stimmen mit einander vollkommen überein, weisen nur auf eine einzige Art hin, und ist eine Annäherung zur Fruchtbildung der jetztlebenden Art an denselben nicht im geringsten zu bemerken.

Es sind jedoch noch andere Thatsachen zu berücksichtigen, welche wohl kaum annehmen lassen, dass man die *Castanea atavia* und *C. vesca* als eine und dieselbe Art betrachten könne.

Im Tertiärbecken von Leoben kommen die Blätter und Blütenkätzchen der *Castanea atavia* in einem Zustande der Erhaltung vor, welcher unzweifelhaft erkennen lässt, dass diese Reste unweit vom Standorte des Kastanienbaumes petrificirt worden sein mussten. Mit diesen Resten finden sich Blätter und Blüten eines Zimmtbaumes, Blätter einer Fächerpalme, einer *Podocarpus*-Art, mehrerer Arten von *Ficus*, Reste von Apocynaceen, Myrsineen, Sapotaceen, Ebenaceen, Sapindaceen, Engelhardtia, Cassia u. s. w., alle in demselben vortrefflichen Zustande der Erhaltung. Dass nun der Kastanienbaum der Tertiärzeit mit diesen tropischen und subtropischen Gewächsen Vegetationsbedingungen theilte, unter welchen unser jetziger Kastanienbaum nicht existiren konnte, ist sehr wahrscheinlich.

Aus diesen Thatsachen geht somit hervor, dass die *Castanea atavia* als besondere Art von der *C. vesca* zu trennen ist, dass zwar im Laufe der Zeit eine Annäherung beider stattgefunden, dass diese jedoch nur auf die Blattbildung beschränkt geblieben ist. Wie man sich nun hier die weitere Umwandlung der vorweltlichen Stammart in die jetztweltliche Zweigart vorzustellen habe, diese Frage entzieht sich wegen Mangels an Thatsachen noch völlig einer wissenschaftlichen Erörterung.



Aus der k. k. Hof- und Staatsdruckerei.

C. v. Ettingshausen. Ueber Castanea vesca etc. Taf. II.

1. 2. 3. 4. 5. 6.

Aus der k. k. Hof- und Staatsdruckerei

C. v. Ettingshausen. Ueber Castanea vesca etc. Taf. II.



Aus der k. k. Hof- und Staatsdruc



 Aus der k. k. Hof- und Staatsdruckerei.



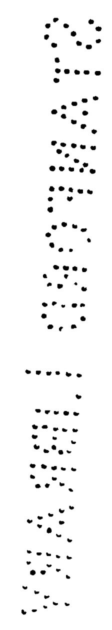
 Aus der k. k. Hof- und Staatsdruck



 Aus der k. k. Hof- und Staatsdruckerei.



 Aus der k. k. Hof- und Staatsdruckerei.




1.
2.



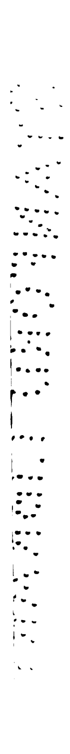
Aus der k. k. Hof- und Staatsdruckerei.



 Aus der k. k. Hof- und Staatsdruckerei.



Aus der k. k. Hof- und Staatsdruckerei.

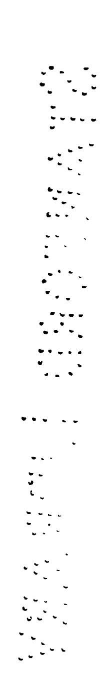


C. v. Ettingshausen. Ueber Castanea vesca etc. Taf. XI.



Aus der k. k. Hof- und Staatsdruckerei.

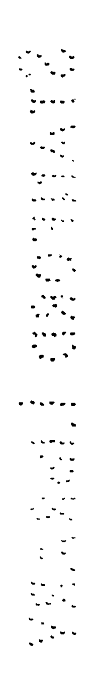






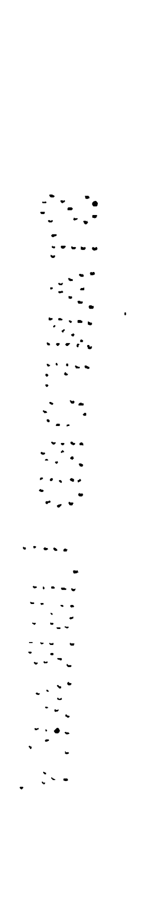


Aus der k. k. Hof- und Staatsdruckerei.





 Aus der k. k. Hof- und Staatsdruckerei



C. v. Ettingshausen. Ueber Castanea vesca etc. Taf. XVII.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

LXV. Band.

ERSTE ABTHEILUNG.

3.

Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Mineralogie, Botanik, Zoologie, Geologie und Paläontologie.

VII. SITZUNG VOM 7. MÄRZ 1872.

In Verhinderung des Präsidenten führt Herr Hofrath Freih. v. Burg den Vorsitz.

Herr Director Dr. G. Tschermak dankt mit Schreiben vom 7. März für die ihm, zum Zwecke der Untersuchung der Structur des Meteoreisens bewilligte Subvention von 300 fl.

Der Secretär legt folgende eingesendete Abhandlungen vor:

„Untersuchungen über die Zwischensubstanz im Hoden der Säugethiere", vom Herrn *med. stud.* Franz Hofmeister, übermittelt durch Herrn Prof. Dr. Ew. Hering in Prag.

„Vorläufiger Bericht über den propulsatorischen Apparat der Insecten und über das Vorkommen eines echten elastischen Fasernetzes bei Hymenopteren", vom Herrn Prof. Dr. V. Graber in Graz.

„Das verallgemeinerte Dirichlet'sche Integral", von Herrn Prof. Dr. L. Gegenbauer in Krems.

Herr Dr. A. Boué legt eine Abhandlung: „Über geologische Chronologie" vor.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Accademia Pontificia de' nuovi Lincei: Atti. Anno XXV, Sess. 2ᵈᵃ. Roma, 1872; 4°.

Akademie der Wissenschaften, Königl. Preuss., zu Berlin: Monatsbericht. December 1871. Berlin; 8°.

— — Königl. Bayer., zu München: Sitzungsberichte der math.-physik. Classe. 1871. Heft 3. München; 8°.

Annalen der Chemie & Pharmacie, von Wöhler, Liebig & Kopp. N. R., Band LXXXIV, Heft 3, und VIII. Supplementband. 3. Heft. Leipzig und Heidelberg, 1871 & 1872; 8°.

Annuario marittimo per l'anno 1872, compilato per cura dell' i. r. governo marittimo in Trieste e del r. governo marittimo in Fiume. XXII. Annata. Trieste, 1872; 8°.

Apotheker-Verein, Allgem. österr.: Zeitschrift. 10. Jahrgang, Nr. 7. Wien, 1872; 8°.

Astronomische Nachrichten. Nr. 1876—1877. (Bd. 79. 4—5.) Altona, 1872; 4°.

Beck, Friedr. Leop. Ritter, Über die Naturkräfte, welche neben der Gravitation die Bewegungen der Himmelskörper vermitteln, und anderes Einschlägige. Berlin; 8°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXIV, Nrs. 7—8. Paris, 1872; 4°.

Genootschap, Provinciaal Utrechtsch, van Kunsten en Wetenschapen: Verslag, 1870 & 1871. Utrecht; 8°. — Aanteekeningen. 1870. Utrecht; 8°. — Leven en werken van Willem Jansz. Blaeu, door P. J. H. Baudet. Utrecht, 1871: 8°. — *Memoria Ludovici Caspari Valckenarii. Scripsit* Jo. Theod. Bergman. *Rheno-Trajecti,* 1871; 8°. — Asman, P. H., Proeve eener geneeskundige plaatsbeschrijving van de gemeente Leeuwarden. Utrecht, 1870; 4°. — Harting, P., Mémoire sur le genre Potérion. Utrecht, 1870; 4°.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXXIII. Jahrgang, Nr. 9—10. Wien, 1872; 4°.

Grunert, Joh. Aug., Archiv der Mathematik & Physik. LIV. Theil, 1. Heft. Greifswald, 1872; 8°.

Halle, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften aus dem Jahre 1871. 4° & 8°.

Instituut, k. Nederlandsch meteorologisch: Nederlandsch meteorologisch Jaarboek voor 1871. I. Deel. Utrecht, 1871; Quer-4°.

Journal für praktische Chemie, von H. Kolbe. N. F. Band V, 1. & 2. Heft. Leipzig, 1872; 8°.

Landbote, Der steirische. 5. Jahrgang, Nr. 5. Graz, 1872; 4°.

Landwirthschafts-Gesellschaft, k. k., in Wien: Verhandlungen und Mittheilungen. Jahrgang 1872, Nr. 5. Wien; 8°.

Michl, F., Schlesiens Bodenproduction und Industrie im Vergleiche mit den anderen Kronländern der österr.-ungar. Monarchie. Troppau, 1872; 8°.

Mittheilungen des k. k. techn. & administr. Militär-Comité. Jahrgang 1872, 2. & 3. Heft. Wien; 8°.

— aus J. Perthes' geographischer Anstalt. 18. Band, 1872, Heft II, nebst Ergänzungsheft Nr. 31. Gotha; 4°.

Nature. Nrs. 121—122, Vol. V. London, 1872; 4°.

Owen, Richard, A Cuvierian Principle in Palaeontology tested by Evidences of an Extinct Leonine Marsupial *(Thylacoleo carnifex.)* London, 1871; 4°. — On the Dodo (Part. II.) Notes on the Articulated Skeleton of the Dodo *(Didus ineptus)* in the British Museum. London, 1871; 4°. — Pterodactyles of the Liassic Formations. London, 1869; 4°.

Peschka, Gust. Ad. V., Der Indicator und dessen Anwendung. Brünn, 1871; Kl. 4°. — Popper's Anti-Incrustator. Berlin, 1869; 8°. — Über Wartung der Dampfkessel etc. Brünn, 1870; Kl. 4°. — Über die Wirksamkeit der Patent-Kesseleinlagen. Berlin, 1870; 8°. — Über die Priorität der Erfindung der Patent-Kesseleinlagen. Brünn, 1870; 4°.

Reichsanstalt, k. k. geologische: Verhandlungen. Jahrgang 1872, Nr. 3. Wien; 4°.

Report of Surgical Cases treated in the Army of the United States from 1865 to 1871. Washington, 1871; 4°.

„Revue politique et littéraire“ et „La Revue scientifique de la France et de l'étranger“. I[er] Année (2[e] Série), Nrs. 35—36. Paris & Bruxelles, 1872; 4°.

Societät, physicalisch-medicinische, zu Erlangen: Sitzungsberichte. 3. Heft. Mai 1870 bis August 1871. Erlangen, 1871; 8°.

Société Hollandaise des Sciences à Harlem: Natuurkundige Verhandelingen. III. verzameling. Deel I, Heft 4. Haarlem, 1872; 4°. — Archives Néerlandaises des sciences exactes et naturelles. Tome VI, 4[e]—5[e] livraisons. La Haye, Bruxelles, Paris, Leipzig, Londres & New-York, 1871; 8°.

— Impériale de médecine de Constantinople: Gazette médicale d'orient. XIV[e] Année, Nrs. 11—12; XV[e] Année, Nr. 1. Constantinople, 1871; 4°.

Société des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux: Mémoires. Tome VIII, 2e Cahier. Paris & Bordeaux, 1872; 8⁰.

— géologique de France: Bulletin. 2e série, tome XVIII. 1871. Nr. 3. Paris; 8⁰.

— d'histoire naturelle de Colmar: Bulletin. 11e Année. 1870. Colmar; 8⁰.

Society, The Asiatic, of Bengal: Journal. Part I, Nr. 2. 1871; Part II, Nr. 3. 1871. Calcutta; 8⁰. — Proceedings. 1871. Nrs. VIII—XI. Calcutta; 8⁰.

Verein, naturwissenschaftlicher, von Neu-Vorpommern und Rügen: Mittheilungen. III. Jahrgang. Berlin, 1871; 8⁰.

— naturwissenschaftl., zu Bremen: Beilage Nr. 1 zu den Abhandlungen: Tabellen über den Flächeninhalt des Bremischen Staats etc. Bremen, 1871; 4⁰.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXII. Jahrgang, Nr. 8—9. Wien, 1872; 4⁰.

Zeitschrift des österr. Ingenieur- & Architekten-Vereins. XXIV. Jahrgang, 2. Heft. Wien, 1872; 4⁰.

Über geologische Chronologie.

Von dem w. M. Dr. A. Boué.

Da das menschliche Leben und Treiben nur seine bestimmte Zeit hat, so entstand der Gedanke, die chronologische Bestimmung mancher nicht historischen Momente der Erdumwälzungen und -Bildung zu versuchen. Alles muss seinen Anfang und Ende haben, weil es mit uns so steht, aber ob dieser Gedanke, auf das cosmische Gebiet übertragen, auch seine Richtigkeit bewahrt, daran kann der nachdenkende Mensch doch, nach dem schon Beobachteten, zweifeln. Die Ewigkeit ist einmal etwas, was wir mit unserem beschränkten Menschenverstande nicht begreifen können, obgleich wir gezwungen sind anzunehmen, dass die Materie ewig ist und bleibt, möge sie sich auch auf tausend Arten und ins unendliche umformen und verändern.

Wie in allen theoretischen Untersuchungen der Geologie hat man für die Bestimmung ihrer Chronologie den Weg des Bekannten zum Unbekannten oder Gesuchten nehmen zu müssen geglaubt. Aber leider wird das uns leicht zu beobachten Bekannte an Bedingungen oder Naturphänomene gebunden, welche wahrscheinlich, oder besser gesagt ganz bestimmt nicht immer dieselben in allen geologischen Perioden waren. Im Gegentheil kommen da Sedimente oder chemische Bildungen in Berücksichgung; so bemerkt man sehr leicht, erstlich, dass diese Art der Erdumformung während den geologischen Zeiträumen sehr verschieden war, und zweitens, dass selbst die Grössenscala dieser Processe mit dem Alter der Formationen allmälig oder mit zeitlichem Rucken oder Anomalien steigt. Wie kann man dann die Ursachen des Bekannten für die Erklärung des Unbekannten

gebrauchen oder kann man auch nur hoffen, durch Approximation zu einigen genauen Endresultaten zu gelangen, welche auf diese Art zwischen zwei Werthextremen bestimmt worden sind. (Vergl. A. Taylor, The geol. difficulties of the Age-Theory. 1858.)

In dieser Hinsicht sind wir weit entfernt von der Schule, welche uns glauben machen möchte, dass die Naturkräfte auf unserer Erde nicht nur immer dieselben, aber auch ihre Wirkungen immer dieselben waren. Man braucht nur dazu der Natur die gehörige Zeit zu gönnen, sagen unsere Gegner. Mit dieser Ausrede ist aber wenig geholfen, denn es convergiren zugleich, nach den geologischen Zeiten, mehrere wichtige Nebenumstände, um zu verschiedenen Perioden, durch dieselben Naturkräfte, relativ gänzlich verschiedene Resultate zu erwirken. So z. B. der Abkühlungsprocess der Erde, welcher auch auf den Erdmagnetismus und Chemismus der Erde, sowie auf das Organische der letzteren einen grossen Einfluss haben musste. Dann die Menge der Gewässer zu verschiedenen Zeiten, die Grösse der Flächen-Neigungen unserer Erdoberfläche, sowie auch die sehr verschiedenen Bewegungen des Meeres und Hebungen der Continente zu allen geologischen Zeiten.

Eine andere Unsicherheit in den bis jetzt vorgeschlagenen chronologisch-geologischen Bestimmungen besteht in den meisten Fällen in der Abwesenheit der Berechnungsmethoden, so dass eine Controlle da unmöglich wird und man den Autoren auf ihr Wort allein glauben muss, was nur oft dann den ehemaligen sogenannten Erdtheorien sich anreiht.

Die erste dieser chronologischen approximativen Daten war lange Jahrhunderte die sogenannte Zeitrechnung der Welterschaffung auf über 6000 Jahre angenommen. Dieses biblische Thema ist dann von sehr verschiedenen Schriftstellern vielmals variirt worden, welche sowohl dem geistlichen als dem Gelehrtenstande angehörten. Noch in unsern Zeiten, vor 50 Jahren, glaubte ein Cuvier solche Mährchen durch wissenschaftliche Beobachtungen bekräftigen zu müssen, und die ganze Schaar seiner unkritischen Anbeter folgten ihm ohne Widerrede. Aus dieser Zeit der Vermengung der biblischen Orthodoxie mit der wahren Religion sind wir schon ziemlich lange glücklich heraus, so dass es kaum der Mühe werth ist nachzuschreiben, was manche Autorität

in der Wissenschaft gegen diese falsche Annahme ganz genau und selbst historisch begründet hat [1].

Marcel de Serres, Discours sur les différences des dates données par les monuments et les traditions historiq. Toulouse 1835. 8°. — Forichon, Examen des questions scientifiques de l'age du monde de la pluralité de l'espèce humaine etc. par rapport aux croyances chretiennes. Moulins 1837. 8°. — Mosaische Chronologie (Geologist. 1861. B. 4, S. 306). — Kritik der chronologischen Bestimmungen durch Archäologen (Quart. Rev. Edinb. 1870, April. Ausland 1870, S. 474—478). — Die Geologie und die Geschichte (Deutsch. Vierteljahresschrift 1847, Nr. 39, S. 220—233). — G. Rob Vine, Die historischen und geologischen Zeiten (Geol. u. nat. hist. Repertory, 1865. B. 1, S. 80—81). — Über die Zeitrechnungen der dänischen Archäologen ist eine Note im Ausland, 1870, Nr. 20.

Die verschiedenartigsten Beobachtungen sind benützt worden, um die Erdbildungs-Chronologie bestimmen zu können.

Zwei Gelehrte, die Herren Jobert und Parrot, haben die Abwechslung vieler dünnen Gebirgsschichten zur chronologischen Bestimmung gewisser Formationen gebraucht und selbst in den verschiedenen mineralogischen Charakteren der Lager Anzeigen von Gebilden während verschiedener Jahreszeiten wieder finden wollen. Sie haben besonders die tertiären Durchschnitte der Pariser Formation oberhalb dem Gipsum im Auge gehabt. (Jobert, Ann. Sc. nat. 1829, B. 18; Ferussac's Bull. 1829, B. 19, S. 8; 1830, B. 21, S. 375—379. — Ann. dell Sc. regno lomb. veneto. 1831, S. 246. — Parrot, Ann. d. Sc. d'obs. de Saigey, 1829, B. 2, S. 182—392 — Jahrb. f. Min. 1830. S. 341). — Zu einer numerischen Chronologie sind aber diese Gelehrten nicht gekommen.

---

[1] Das vermeinte Alter der indischen und chinesischen Astronomie ist zu der biblischen Chronologie durch folgende Gelehrte zurückgeführt, namentlich durch De la Place, Ivory, Delambre, Deluc, Kirwan, Werner, Buckland und eine Menge Geistliche. Siehe Parrat Les 36000 Ans de Manethon suivis d'un tableau des Concordances synchroniques. Porentruy 1855. 8°. Noack lässt die egyptische Geschichte 2612—2614 vor Chr. G. anfangen, Lepsius aber 3892 vor Chr. Geb. (Ausland 1810, S. 452—453.)

Die meisten Geologen haben die Bildung des jetzigen Alluviums zur geologischen Chronologie benützt, andere aber haben die Abnahme der Gebirge dazu ins Auge genommen.

Herr Behm veröffentlichte eine Abhandlung über die Möglichkeit, für die geologischen Phänomene ihre numerische Bildungszeit zu ermitteln. Er stützt sich besonders auf Versuche über die Zersetzung der Felsarten. (Gaea, Natur und Leben 1867, Heft 6, Abth. 2.) — Dr. Arnold Escher nimmt an, dass in 10.000 Jahren die Bergspitzen um Zürich ungefähr 1 Meter in ihrer Höhe verloren haben werden. (Die Wasserverhältnisse der Stadt Zürich 1871. Mitth. d. geogr. Ges. Wien 1870, S. 135.) Einige haben die Abnützung von Felsen oder steilen Flussufern als Chronometer annehmen wollen. So z. B. Hr. de Ferry, welchem das Ufer der Saone dazu diente. (Mater. pr. l'hist. posit. et philos. de l'homme. Mortillet 1867, S. 399—401; 1868, S. 39.) Dr. Lauder Lindsay hat das Wachsthum des Lichens als Kriterium, wenigstens für das Alter der vorhistorischen Zeit vorgeschlagen. (Brit. Assoc. Dundee 1867.)

Etwas rationeller hat Hr. Tasche über die Zeit im allgemeinen, welche die Felsarten zu ihrer Bildung brauchten, vorgetragen. (Berggeist 1861, Nr. 10.) Ältere, theilweise sonderbare Meinungen findet man in Schriften, wie z. B. in einer von J. F. S. in den Berl. Woch. Relat. d. merkwürdigst. Sachen a. d. Reiche d. Natur, d. Staat. u. d. Wiss. f. 1752, 22. Woche, S. 345—348.

Aus dem Alter gewisser Erzgruben haben auch Einige chronologische Schlüsse ziehen wollen, aber Nöggerath hat hinlänglich bewiesen, dass über das Alter jener Bergwerke wie die auf der Insel Elba, manche Gelehrte, selbst Cuvier und Fortin d'Urban sich sehr geirrt haben. (Deutsche Übers. von Cuvier's Umwälzung der Erde durch Nöggerath. 2. Aufl. B. 2, S. 228.)

Bischof, Helmholtz und besonders Samuel Haughton haben die chronologischen Erdbildungen aus der Abkühlung einer glühenden Basaltkugel von der Erdgrösse herleiten wollen. Hat die Erde, wie Bischof und Helmholtz es behaupten, 350 Millionen Jahre gebraucht, um von der Temperatur von 2000° C. auf eine von 200° C. herunter zu gehen, so würden 1.280,000.000 Jahre nöthig gewesen sein, die Erdtemperatur auf

77° F. herunter zu bringen. Diese letztere Temperatur erlaubt namentlich das organische Leben, denn bei 122° F. verdichtet sich das Albumen und kein thierisches Leben ist möglich. 1018 Millionen Jahre wären verflossen, während die Erde sich von 212° F. bis 122° F. abkühlte und auf diese Weise wurden ihre Wässer bewohnbar. Haughton nimmt an, dass die erste Abkühlungsperiode kürzer als die zweite war. Bestände die Erde ganz aus Basalt, so hätte sie 1280 Millionen Jahre für ihre Abkühlung gebraucht. Nach Haughton war die Temperatur in der Miocänzeit in der Schweiz 72° F., und während der Bildung des Eocän, ein Zeitraum von 1280 Millionen Jahren, verminderte sich die Temperatur Englands von 122° F. auf 72—77° F. (Geol. Soc. Dublin 1864, 13. Jan. Quart. J. of Sc. L. 1864, B. 1, S. 325—326. N. Jahrb. f. Min. 1864, S. 521. Reader 1864, Febr., Geol. Mag. 1864, B. 1, S. 178.)

Zu den ersten localen chronologischen Versuchen in der Geologie gehört die Bestimmung des Alters des Nil-Delta's. Zur Zeit der französischen Expedition nach Egypten glaubte Girard, dass der Boden daselbst in 100 Jahrhunderten 126 Millimeter oder in 4800 Jahren um 6 Meter sich erhöht hätte. Alle egyptischen Monumente gehen nach ihm nur 3000 Jahre vor Christus zurück. (Ac. Sc. P. 1817, 7. Juli. Ann. de Ch. et Phys. 1818. B. 5, S. 324—329. Quart. J. of Sc. 1867, B. 4, S. 98. Isis 1818, S. 770.) Shaw schätzte den Schlammabsatz zu 13″ in einem Jahrhundert. Reinaud widerlegte Cuvier wegen der Lage Damiette's, so dass die Gedanken des letzteren über das Nil-Alluvium keinen Werth haben. (Ferussac's Bull. univ. Sc. nat. 1830, B. 20, S. 193. Jahrb. f. Min. 1831, S. 113.) Letronne nahm wieder die Schätzung Girard's auf, und wollte daraus Schlüsse ziehen. (J. gén. de l'Instruct. publiq. 1833, S. 288 u. 293. Bull. Soc. geol. Fr. 1834, B. 5, S. 383.)

Lepsius war damit nicht einverstanden und glaubte, dass seit 4000 Jahren das Nilbett in Nubien 27′ von seiner Höhe verloren hätte. (Monatsber. Preuss. Berl. Akad. 1845, S. 373—379. N. Jahrb. f. Min. 1846, S. 374—375.) J. Gardner Wilkinson schätzte die Einsenkung des Nilbettes in 17 Jahrhunderten zu 1 Met. 54, 2 Met. 27 u. 2 M. 92. (J. Lond. geogr. Soc. L. 1840, B. 9, S. 431. Edinb. n. phil. J. 1840, Bd. 28, S. 211—224. 2 Taf.

Ausland 1850. S. 7.) Er glaubt, dass 1700 vor Chr. Geb. Felsen-Partien als ehemalige Flussdämme sich versenkt haben, denn egyptische Inschriften befinden sich zu Lamneh, 28. F. über der höchsten Überschwemmungsfluth im Jahre 1848. Leonhard Horner hat Hrn. Wilkinson ebenso wie Lepsius widerlegt.

Nach den Bohrungen im Alluvium von Cairo nahm Horner an, dass diese Formation 13.375 Jahre vor Chr. G. anfing. (Lond. phil. Trans. 1858, B. 148, S. 53—92, Edinb. n. phil. J. 1858. N. F. B. 7, S. 328.) John Lubbock hat eine Kritik darüber im Reader 1864 und Ausland 1864, S. 430 veröffentlicht. Er behauptet, dass der Nil alle Jahrhunderte $3^1/_2$ Zoll Schlamm auf dem Delta absetzte, darum steht das Standbild des Königs Rhamses II. 10 Schuh $6^3/_4$ Zoll im Schlamme, und da derselbe nach Lepsius vom Jahre 1394—1428 vor Chr. lebte, so gebe diese Thatsache dem Delta ein Alter von 3215 Jahren. Man muss aber berücksichtigen, dass im Anfange durch die grössere Neigung des Flussbettes der Nil in jedem Jahrhundert 5 Zoll Schlamm absetzte und nur später dieses Quantum auf $3^1/_4$ Zoll sich verminderte. Dieses kann man aus einem 60 Fuss tiefen Brunnen schliessen, da in 27 Fuss Tiefe schon Thongeschirr-Fragmente sich vorfanden und ausserdem die Rhamses-Bildsäule 12 Schuh unter dem Schlamme steckt, so dass der Anfang der Nil-Delta-Bildung nicht von 3215 Jahren, sondern von 11.646 Jahren vor Chr. her datirt.

Sharpe bemerkt, dass Horner die Arbeiten vergessen hat, welche während 2000 Jahren aufgeführt worden sind, um Memphis gegen die Überschwemmungen zu schützen, darum muss das Alluvium sich 4mal schneller gebildet haben als Horner es glaubt. (Soc. Syrio-egypt. L. 1859, 8. März. Ausland 1859, S. 360.)

In den Vereinigten Staaten haben mehrere Geologen die Zeit bestimmen wollen, welche der Mississippi gebraucht hat, um sein ungeheures Delta von 13.000 englischen Quadratmeilen zu bilden. Lyell nimmt an, dass die mittlere Tiefe der Wässer im mexicanischen Meerbusen zwischen Belize und der Spitze Florida's 600 engl. Fuss beträgt, und dass das Alluvium des Delta's noch tiefer wäre. Der Fluss führt jährlich 3,702.400 Cubikfuss feste Stoffe herunter, so dass 6700 oder selbst 9050 Jahre nothwendig wären, um ein Alluvium von 528 Schuh Mächtigkeit zu

bilden. Nimmt man die Thalausfüllung oberhalb zu 264 Fuss oder halb so hoch und ihre Fläche nur ebenso gross als die des Delta's an, so hat dieselbe 33.500 Jahre zu ihrer Bildung nöthig gehabt, so dass man 100.000 Jahre für das Ganze vorschlagen kann. Hat das Treibholz diese Anschwemmungen etwas befördert, so wurde dieser Betrag durch den Verlust compensirt, welcher durch die weitere Fortführung der feinen Erdtheile in den Golf von Mexico stattgefunden hat. (Brit. Assoc. 1846. Americ. J. of Sc. 1847, B. 3, S. 34—39 u. 118—119. N. Jahrb. f. Min. 1848, S. 724. Travels in North-America in 1851. Principles of Geology 1847, 7. Ausg. B. 1, S. 216.)

Herr A. Taylor berechnete vermittelst des fortgeführten Schlammquantums des Mississippi, dass dieser Fluss im Meere in 10.000 Jahren ein 3zölliges Sediment bilden musste, indem die Landesoberfläche in 9000 Jahren um 1 Fuss in der Höhe abgenommen hätte. Er setzte hinzu, dass im Gangesbecken der letztere Verlust schon in einem Zeitraum von 1791 Jahren stattfindet. (Quart. J. geol. Soc. L. 1853. B. 9, S. 47. Phil. Mag. 1853, 4. F. B. 5, S. 258. Bibl. univ. Genèv. Archiv 1853, 4. F. B. 24, S. 90.) Die Herren J. C. Nott und G. R. Gliddon glaubten 150.000 Jahre für die Bildung des Alluviums des Mississippi annehmen zu müssen, weil die vergrabenen Cypressenwälder zu diesem Resultate führten. (On the types of Mankind, 1854, Edinb. n. phil. J. 1854, B. 57, S. 373.) Dickeson und Brown fanden auch, dass die Holzringe der vergrabenen *Taxodium distichum* Rich. auf 5700 Jahre deuten, aber über dieser Schicht liegt eine andere mit grünen Eichen, welche 1500 Jahre geben. Jeder dieser Wälder dauerte 11.400 Jahre, sie versanken und neue entstanden, und diese Abwechslung fand 10mal statt, welche jede 14.400 Jahre zu ihrer Bildung brauchte, so dass die ganze Deltaablagerung $11 \times 14.000 = 158.400$ Jahre Zeit eingenommen hätte. (Americ. Assoc. Philadelph. 1848, Amer. J. of Sc. 1848. N. F. B. 6, S. 395. Edinb. n. phil. J. 1854, B. 58, S. 374—375. Bibl. univ. Genève 1859. N. Pér. B. 4, S. 236—238 adn.)

Hopkins nahm 60.000 Jahre für die Bildung dieses Delta's an. (Geologist 1858, B. 1, S. 514.) Thomassy hat im J. 1861 behauptet, dass das Mississippi-Delta jährlich 101 Meter vorrückte, so dass nicht 67.000 sondern nur 10—12.000 Jahre zu

seiner Bildung nöthig gewesen wären. (Bibl. univ. Genève 1861, B. 10, S. 317.)

Im Jahre 1870 hat E. W. Hilgard diese Frage wieder in einer Geologie des Delta's erörtert und hat Unterschiede zwischen dem Alluvium des oberen und des unteren Theiles des Delta gemacht. (Amer. Assoc. Troy 1870, Nr. 37.)

Über viele andere Delta, wie z. B. über die des Irawaddy, des Ganges, des Indus, des Euphrates, des Amazonen-Flusses, der zwei grössten chinesischen Flüsse, des Orinoco, der Wolga, der Donau, des Po, der Rhône, des Humber, der Aar, des Kander u. s. w. hatte man wohl viele Beobachtungen über die Ausdehnung, Art der Schlamm- und Geröllablagerung und die Quantität letzterer gemacht, aber über den Zeitraum dieser Bildungen haben sich die Gelehrten nicht ausgesprochen, obgleich sie einige archäologische Bemerkungen über Positionsveränderungen an gewissen Localitäten gegeben haben.

Sir Charles Lyell urtheilte nach dem Alter der Delta des Ganges und des Mississippi, da das erste 375.000 Jahre und das zweite 2,000.000 Jahre für seine Bildung brauchte, dass die Steinkohlenlager des South Joggins in Neu-Schottland nur in dem Zeitraume von 375000 Jahre gebildet worden sein konnten. (Proc. Roy. Soc. Gr. Brit. 1853, 18. März. Amer. J. of Sc. 1853. N. F. B. 16, S. 38–41. Edinb. n. phil. J. 1853, B. 55, S. 222—225.)

Über die geologischen Zeiträume haben besonders R. Owen (Brit. Assoc. 1838. Amer. J. of Sc. 1858. N. F. B. 26, S. 421—423), Dana (dass.), H. F. A. Pratt (The Genealogy of Creation, L. 1861, Athenäeum 1861, S. 860), D. Page (The past. and present Life of the Globe 1861), G. H. Morton (Abstr. Proc. Liverpool Geol. Soc. 1864—65, 1865, S. 5), Lyell, Wallace, Phillips und Jenkins geschrieben.

Frau Mary Sommerville glaubt die Mächtigkeit der paläozoischen, secundären und tertiären Schichten auf 7—8 engl. Meilen bestimmen zu können, welche 39,600.000 Jahre für ihre Bildung gebraucht hätten, während zu jener der ganzen Erdkruste ein 4mal grösserer Zeitraum nöthig gewesen wäre. (Physical Geography, 1848, B. 1.)

Phillips hat die Zeiten verglichen, welche für die Bildung der verschiedenen geschichteten Formationen nothwendig waren.

(Quart. J. geol. Soc. L. 1860, B. 16, S. 1. Delesse Revue f. 1860, S. 21—22.) Er nimmt 960,000.000 Jahre für die Bildung aller jener Gebilde an.

Wallace, so wie Sir Charles Lyell haben die Zeiten der verschiedenen geologischen Perioden auf folgende Weise bestimmt, namentlich erstens für das Paläozoische 10 Millionen Jahre mit einer Mächtigkeit von 57.124 Fuss, so dass jährlich 175 Schuh sich bildeten; zweitens für das Mesozoische 8 Mill. Jahre mit einer Mächtigkeit von 23.190 Fuss, so dass jährlich 345 Schuh abgesetzt wurden; drittens für das Cainozoische oder Tertiäre 6 Mill. Jahre mit einer Mächtigkeit von 2240 Fuss (wenigstens in England), so dass jährlich 2678 Schuh Sedimente sich bildeten. (Quart. J. geol. Soc. L. 1870, B. 7, S. 329—330.)

James Dana gibt in seinem Manual of Geology, 1863, S. 386, 493 und 568 der silurischen Bildung $6^1/_4$ Tausend bis 7000,000.000 Jahre; der devonischen und kohlenführenden, jeder 2000,000.000 Jahre; der mesozoischen 1000,000.000 Jahre. und der tertiären 500,000.000 Jahre. Auf diese Weise bekäme man für diese fünf Zeitperioden die Proportion von 14:4:2:1. Aber nach d'Orbigny würde das Paläozoische, Mesozoische und Tertiäre die Proportion von 4:2:1 geben. Dana glaubt, dass 1 Schuh Kalkstein eben so viel Bildungszeit als 5 Schuh Sediment erfordert, darum nimmt er für die 3400 Fuss (1000 Fuss Kalkstein) mächtige deutsche Trias 7400 Jahre, für den 5200 F. (1000 F. Kalkstein) mächtigen deutschen Jura 9200 Jahre, für die 2400 Fuss (1200 F. Kalkstein) mächtige deutsche Kreide 7200 Jahre, was die Proportion von $1:1^1/_4:1$ gibt.

Jenkins hat sich auch mit der Bestimmung der Zeit der geologischen Perioden neuerdings beschäftigt und hat damit das Paläontologische vereinigt.

Im Tertiären Englands mit 2240 Fuss Mächtigkeit gibt es 1222 Thierarten, sodann für alle 1000 F. 545 Species. Anderswo in England mit derselben Mächtigkeit gibt es darin 1500 Fossilien-Arten, so dass alle 1000 F. 670 Species auftreten. Im Secundären mit 23190 F. Mächtigkeit rechnete er 2170 Fossilien-Gattungen oder 164 für je 1000 Fuss, anderswo aber 4000 Species oder 173 für je 1000 Fuss. Im Paläozoischen mit 57154 F. Mächtigkeit

nimmt er 2729 Fossilien-Species an oder 41—47 für je 1000 F., anderswo aber selbst 3500 Species oder 61 für je 1000 Fuss. In andern Ländern besitzt das Tertiäre mit 10.000 F. Mächtigkeit 15.138 Fossilien-Gattungen oder 1513 für je 1000 Fuss, das Secundäre mit 20.000 Fuss Mächtigkeit 10.879 Fossilien-Species oder 453 für je 1000 F.; das Paläozoische mit 60.000 F. Mächtigkeit 6681 Fossilien-Species oder 111 für jede 1000 F. Lyell schätzt die nothwendige Zeit, um die Fauna der paläozoischen Periode in diejenige der secundären zu umformen, auf 240 Millionen Jahre. Diese Veränderung der Species hat in den jüngeren geschwinder als in den alten Zeiten stattgefunden. (Quart. J. of Sc. 1869—70. Ausland 1870, S. 884—886.)

H. Barrande hat ähnliche Beobachtungen, besonders über die Zahl der Gattungen in den verschiedenen silurischen und cambrischen Abtheilungen gemacht (für Trilobiten: N. J. f. Min. 1852, S. 257—266. Bull. Soc. geol. Fr. 1853. B. 10, S. 420, Distribut. des Céphalopodes dans les contrées siluriennes de Bohême, 1870 u. s. w.).

Der Prinz zu Schönaich-Carolath schätzt auf 15.000 Jahre die Bildung der 5000 Fuss mächtigen Salzbildung zu Stassfurt. Die Anhydrit-Lager sollen darin jedes eine Jahreszeit andeuten. (Zeitschr. deutsch. geol. Ges. 1864, April. Die Steinsalzwerke bei Stassfurt, von Bischof. 1864. S. 17.)

Sir Charles Lyell nimmt einen Zeitraum von 24.000 Jahren in Anspruch, um die posttertiären marinen Sedimente Norwegens zu ihrer höchten Höhe von 600 Fuss zu bringen; da kämen 2½ F. auf jedes Jahrhundert. (Geol. evidence of the Antiquity of Mankind. 1863. 2. Aufl., S. 58.)

Nach Fauverge würde die scheinbare Unveränderlichkeit des Sonnensystems auf einen ungeheuren Zeitraum für die Diluvial-Periode deuten. (Bull. Soc. geol. Fr. 1841. B. 12, S. 310.)

A. Tyrol berechnete die zwischen der Bildung der ersteren und oberen Kiesellager der Thäler eines Theiles Englands und Frankreichs verflossene Zeit. (Geol. Soc. L. 1866, 25. April Geol. Mag. 1866. B. 3, S. 263.)

Oswald Heer berechnete auf 6000 Jahre die Eisbildungszeit der Diluvialkohlen zu Utznach. (Die Schieferkohlen von Utznach, 1858. N. Jahrb. f. Min. 1859, S. 347 u. 349.)

James Croll schätzte das Alter der Glacial-Periode auf 240.000 bis auf nur 80.000 Jahre. (Edinb. geol. Soc. 1867, Juni. Geol. Mag. 1867. B. 4, S. 172.)[1]

Dr. C. Andrews sieht in den Seen Nord-Amerika's Chronometer für die Zeiten der Eisperiode. (Amer. J. of Sc. 1870, N. F. B. 50, S. 424.)

James Croll gab eine Schrift heraus: On geological Time and the probable date of the glacial and upper miocene Period. L. 1868. (Phil. Mag. 1868, N. F. B. 36, S. 141—154, 362—386.)

Croll unterscheidet drei Perioden, wo die Excentricität der Erdbahn ihren grössten Werth erreichte. Die erste Periode dauerte von 2,630.000—2,460.000 Jahre, die zweite von 2,980.000 bis 7,200.000 Jahre und die dritte, die Eiszeit, von 80.000 bis 2,400.000 Jahre. Er unterscheidet drei Eiszeiten, namentlich eine zur Eocänzeit, die zweite zur Zeit des oberen Miocän, und die dritte, die eigentliche Alluvial-Eiszeit. (Quart. J. of Sc. 1869, B. 6, S. 117—119.) Von dem Anfange dieser letzteren bis zur Eiszeit des oberen Miocän sind 480.000 Jahre verflossen, und 80 Fuss der Erdoberfläche wurden zerstört, nämlich 1 Fuss Erdboden in 6000 Jahren. Von dem Ende der Eiszeit während der mittleren Eocän-Periode bis zu dem Anfange der Miocän-Eiszeit verflossen 1,480.000 Jahre; 247 Fuss auf der Erdoberfläche wurden weggeschwemmt. Von dem Ende der Miocän-Eiszeit bis nach dieser letzteren wurde die Erdoberfläche 120 Fuss in ihrer Mächtigkeit vermindert, und seit der Eocän-Eiszeit im Werthe von 410 Fuss.

Peacock hat diese theilweise sehr hypothetische Auseinandersetzung kritisirt. (Phil. Mag. 1869, 4. F. B. 37, S. 206—208.)

Von Bruchhausen bildet sich ein, dass die nördliche Hemisphäre 10.500 Jahre unter Wasser und Eis gestanden ist und dass, seitdem sie trocken gelegt wurden, andere 10.500 Jahre verflossen. Nach Lagern von Torf von 30—50 Fuss Mächtigkeit auf Sedimenten mit bearbeiteten Kieselsteinen, steinernen Waffen, glaubt er ganz hypothetisch annehmen zu müssen, dass diese letzten Ablagerungen wenigstens 20.000 Jahre vor Noah's Sündfluth stattfanden. (N. Jahrb. f. Min. 1852, S. 598—600.)

---

[1] Vergl. J. Scott-Moore, Preglacial Mass a geological Chronology. L. 1868. (Athenaeum 1869, S. 340.)

Lyell nimmt an, dass der Niagara-Fall alle Jahre um einen Fuss im Durchschnitt zurückgeht, so dass von Queenstown bis zu seinem jetzigen Platz der Wasserfall 35.000 Jahre gebraucht hätte, (Travels in America, 1845, S. 20—29. Bibl. univ. Genève 1845. N. F. B. 59, S. 138—141.) Im Cosmos vom J. 1866 liest man, dass der Niagara-Fall jährlich 10—12 Zoll zurückgeht. (2 F. B. 4, S. 214.)

Desor hat berechnet, dass der Werth des Zurückgehens der Niagara-Fälle näher an 3 Fuss in einem Jahrhundert als an 3 Zoll in einem Jahre ist. Auf diese Art geben die 6 Meilen des zurückgegangenen Falles 310.000 Jahre für diese Zerstörung. Wäre der Werth des jährlichen Zurückgehens des Falles nur 1 Zoll oder $8^1/_2$ Zoll in einem Jahrhundert, so würden seit dem Anfange dieser Erdoberflächeveränderung schon 380.000 Jahre verflossen sein. (Dana's Manual of Geology 1863, S. 590—592.) Dana möchte selbst 380.000 Jahre für die Veränderung des Platzes des Niagara-Falles zugeben.

J. Clifton Ward aber nimmt nur 60.000 Jahre für den Zeitraum des Zurückgehens des Niagara-Falles und 50.000 Jahre für die Zeit, wo das ehemalige Ufer des Champlain-See's vorhanden war, an. (Geol. Mag. 1869, B. 6, S. 8—13.)

Dana meint, dass die Erosion oder, besser gesagt, die Bildung der engen Canäle oder sogenannten Canons des Colorado, obgleich theilweise in Granit, doch nicht so viel Zeit als das Zurückgehen der Niagara-Fälle gebraucht hat. Diese Aushöhlung fand wahrscheinlich nach dem Ende der mesozoischen Zeit statt.

Ein Herr Pigeon meinte, nach den Dünen der Gascogne, dass die Sündfluth vor 4200 Jahren stattfand, weil die tiefste Düne aus jener Zeit herstammt. (Ann. des Mines 1849, B. 16, S. 286.) [1] Herr Laurin hat über die verschiedenen Chronologien der Sündfluth geschrieben. (Edinb. n. phil. J. 1838, B. 19, S. 311.)

Der selige Morlot hat geglaubt, in der conischen Ablagerungsmasse des Baches La Tinière im Pays de Vaud eine chronologische Scala für die drei Perioden des Steines, des Bronzes und des Eisens gefunden zu haben, weil dieses Alluvium Überbleibsel dieser verschiedenen geologischen Zeiten

[1] Siehe Winning, Essays on the Antediluvian Age S. 1834. 8.

enthält. Er schätzte danach die Dauer der Steinperiode auf 64 bis 70 Jahrhunderte, diejenige der Bronzezeit auf 380 Jahre, das Mittel zwischen 29 und 42 Jahrhunderten, und die Zeit des Eisens oder jetzige Zeit auf 100 Jahrhunderte oder zwischen 740 und 110 Jahrhunderten. (Bull. Soc. Vaud. Sc. nat. Lausanne 1860, Nr. 46; 1862, 15. Jan. Bibl. univ. Genève 1862, B. 13, S. 308—313. Une date de Chronologie absolue en Géologie. Lausanne, 1862. 8.)

V. Gillieron beschränkte auf 67½ Jahrhundert die Steinzeit zwischen den Seen von Neuburg und Bienne. (Act. Soc. jurass. d'émulat. 1860. Ass. helvétiq. 1861. Bibl. univ. Genève 1861. B. 12. S. 32—33.)

Phillips schätze die Zeit der Bildung der neueren conischen Alluvialmasse des Baches La Tinière auf 10.000 Jahre und diejenige der Bildung des ganzen Alluviums dieses Wassers auf 100.000 Jahre, eine Zeit, die derjenigen gleicht, welche seit der Eiszeit verfloss. (Rep. Brit. Assoc. 1864, Geol. Sect. S. 64; Geol. Mag. 1864, B. 1, S. 227—228.)

Lubbock hat das Zeitalter des ersten Menschen wenigstens auf 364.000 Jahre vor der Eiszeit zurückgerückt. (Brit. Assoc. Dundee 1867. Ausland 1868, S. 467—469.) Aber Dr. Usher aus Mobile rechnet für dieses nur 57.600 Jahre, und nach Morlot wären seit der Steinzeit nur 5—7000 Jahre vergangen.

Lisch und nach ihm Franz Maurer glauben, dass die Troglodyten-Menschen im Erdboden oder in Höhlen in Mecklenburg vor 5—10.000 Jahren gelebt haben. Die Localitäten dafür waren der kleine Teufel- und Ziethen-See bei Köpenick.

Laspeyres behauptete, dass die salzigen Quellen zu Kreuznach und Durkheim am Hardt schon zur Zeit des Oligocän vorhanden waren, aber doch später als die Bildung des mittleren Oligocän. (Zeitschr. deutsch. geol. Ges. 1868, B. 20, S. 197—201.)

Deville schätzt das Alter des durch die Eruption einer sogenannten Salse oder eines Luftvulkans gebildeten Asphalt-Sees zu Brée auf der Insel Trinidad nur auf 1300 Jahre. (Soc. Philom. P. 1841, 21. Juni. L'Institut 1841. S. 232. D'Archiac, Hist. Progrès Géol. 1847, B. 1, S. 420.)

Man hat Schätzungen über das Alter des isländischen Geysers nach den kieseligen Absätzen der Röhren angestellt.

und hat ihnen nur ein Alter von 1036 Jahren geben wollen. Vor 936 wurde dieses Naturwunders keine Erwähnung gemacht, weil die Röhren damals nur 3 Zoll Tiefe hatten. Im Jahre 1372 war ihre Tiefe 26 Zoll.

Holme hat nach der Zahl der Rinden der kalkigen Stalagmiten einer Grotte auf den bermudischen Inseln geurtheilt, dass 60000 Jahre nothwendig waren um sie hervorzubringen. (Proc. roy. Soc. Edinb. 1866. L'Institut 1866, S. 144.)

Fr. Unger glaubte, dass gewisse Kalktuffe von neuerer Zeit, wenigstens nach der Art der jetzigen Ablagerung zu urtheilen, nur 3000—5960 Jahre zu ihrer Bildung gebraucht haben. (Sitzb. d. k. Ak. d. Wiss. Wien 1861, B. 34. Th. 2, S. 514—516.)

Steen-Bille hat 1000 Jahre für die Bildung des Guano ausgesprochen.

Leduc hat sich mit dem Alter gewisser Coralleninseln beschäftigt. Die Insel Galega wird einmal ein Vorgebirge der Insel Saya de Mulha werden, welches dann die Insel Amirantés und die Insel St. Bremdon vereinigen wird. Nach dem Fortschritte der Korallenbildungs-Vergrösserung während 25 Jahren zu urtheilen, werden 600 Jahre verstreichen, um 240 Klft. festen Erdboden aufzubauen und diesen 10 Klafter über das Meeresniveau zu erheben. Die Zeit der Entstehung eines Cocowaldes auf demselben wird auch nicht weit von dem oben angegebenen Zeitraum entfernt sein. (Bibl. univ. Genève, 1841, N. F., B. 33, S. 168—170.)

L. Agassiz hat im Gegentheil das Alter eines Korallenriffes an der Küste Florida's auf 25.000 Jahre bestimmt, welche eine Tiefe von 12 Faden hat, und die vier halbzirkelförmigen Korallenriffe an der südlichen Spitze Florida's hätten nach ihm 100.000 Jahre zu ihrer Bildung gebraucht. (N. Jahrb. f. Min. 1860, S. 216.)

Capitän Hunt möchte 864.000 Jahre für die Bildung der Korallenriffe Florida's annehmen, deren Thiere noch leben, und 5,400.000 Jahre für diejenige der Florida-Korallenriffe auf der Tortugas-Bank. (Amer. J. of Sc. 1863. Ausland 1863, S. 744.)

J. Clifton Ward unterscheidet in den Korallenriffen Florida's zehn übereinander liegende Lager, welche für den unteren Theil einen Zeitraum von 70.000 Jahren zur Bildung beanspruchten, während der obere Theil nur 7000 Jahre alt wäre, oder nach dem

Ende der Eiszeit abgesetzt wurde. Zu Moel Tryfaen schätzt er die Bildung der 1400 Fuss hohen Eiszeitablagerung auf 70.000 Jahre. (Geol. Mag. 1869, B. 6, S. 8—13.)

Dana nimmt an, dass die Korallenriffe $^1/_8$ Zoll jährlich in die Höhe wachsen, so dass für eine Mächtigkeit wie die der Floriden zu 2000 Fuss 192.000 Jahre nöthig gewesen sind. (Manual of Geology, 1863, S. 592.)

Charles Darwin nimmt 300 Mill. Jahre in Anspruch, um sich die Erosion des Weald Englands zwischen North- und South-Downs zu erklären, aber Inkes meint, dass dieser Zeitraum wahrscheinlich 10mal länger war, während Philipps wieder die Dauer von 300.000 Jahren genügend findet.

Herr Van der Wyck glaubt, dass die Meerenge von Calais nur 400 Jahre vor Christi Geburt geöffnet wurde. Die Ursache wäre eine cimbrische Sündfluth gewesen, welche zu gleicher Zeit den Rheinausfluss verstopft und geändert hätte. (N. Jahrb. f. Min. 1834, S. 245—277.) Wenn man die zwei Thatsachen zusammenfasst, nämlich die deutlichsten Spuren der Niveausenkung aller Oceane, sowie die Erhebung so vieler jetzigen Continente über das Meeresniveau, so kommt man zu der Vermuthung, dass diese zwei Umformungen der Erdoberfläche in einem innigen Zusammenhange stehen. Man kann verschiedener Meinung sein über die plötzliche oder langsame Art dieser zwei Erdoberflächeveränderungen, aber gibt man Hebungen von Erdtheilen zu, so konnten solche dynamische Bewegungen nicht ohne gleichzeitige Spaltenbildung geschehen; darum wäre nach unserer Meinung der erste Anlass zu dem grossen tiefen Thale zwischen England und Frankreich eine der Continentalhebungen Europa's gewesen, und diese Spalte später erweitert, oder vielleicht, wenn man es lieber möchte, bei Calais am spätesten gänzlich geöffnet worden sein.

Nach den bis jetzt gesammelten numerischen Werthen der Chronologie verschiedener Formationen haben dann Geologen wie Huxley das Alter unseres Erdballes im ganzen bestimmen wollen. Nähme man für die Mächtigkeit der Erdkruste 100.000 Fuss an, welche nach Lyell in 100 Mill. Jahren (oder $^1/_{1000}$ bis $^1/_{83}$ für jedes Jahr) gebildet worden wäre, so hätte unsere Erde ein Alter von 100—158 Mill. Jahren. Wären es aber 200 Mill.



Jahre, so betrüge der jährliche Zuwachs der Erdkruste nur $^1/_{166}$, und wären es 400 Mill. Jahre, nur $^1/_{332}$.[1] Nach der zur Abkühlung einer erhitzten Basaltkugel nöthigen Zeit zu urtheilen, hätte die Erde nur ein Alter von 305 Millionen Jahren (1871).

Elie de Beaumont schätzt das Erdalter auf 350 Millionen Jahre. (Edinb. n. phil. J. 1854, B. 57, S. 182.) Doch sind seine Ansichten über geologische Chronologie sehr nüchtern, denn er charakterisirt die Zeiträume der geologischen Perioden als unberechenbar. (Leçons de géologie, B. 1. Quart. J. geol. Soc. L. 1847, B. 3, S. xxxv.)

Herr Will. Thomson nimmt für die Schmelzung aller Felsarten eine Temperatur von 7000° F. an und berechnet nach Fourier's Axiom über die Erdabkühlung, dass das Alter der letzteren 98,000.000 Jahre beträgt. (Phil. Mag. 1863, 4. F. B. 25, S. 5.) Er nimmt 100 Mill. Jahre für alle geologischen Perioden an. (On geological Time, Trans. geol. Soc. of Glasgow, 1868, B. 3, Th. 1, S. 27.) Die Sonne hat die Erde nicht mehr als 10 Mill. Jahre beleuchten können. Er behauptet gegen Huxley (Huxley, Geol. Soc. L. 1869, 19. Febr. seine Rede), dass die Sonne ehemals wärmer war. (Geol. Mag. 1869, B. 6, S. 47—475.)

Herr Thomson aus Glasgow hat sich auch mit dem Alter der Sonne und ihrem möglichen Schicksal beschäftigt. Aus der zweifelhaften Voraussetzung der durch Sternschnuppenfall genährten Sonnengluth folgert er, dass diese letztere in 300.000 Jahren kein Licht und keine Hitze mehr geben wird. Auf unserer Erde wird dann alles absterben. Der Erdball wäre vor 98,000.000 Jahren feuerflüssig gewesen. (Brit. Associat. 1865. Cosmos 1865, 2. F. B. 2, S. 327.)

Sir William Thomson behauptet, dass vor 100 Millionen Jahren die Erd-Rotation so schnell war, dass kein organisches Wesen auf der Erdoberfläche leben konnte; zweitens dass durch ihren immerwährenden Wärmeverlust die Sonne in 100 oder 150 Millionen Jahren die Erde nicht beleuchten und erwärmen kann; drittens dass die Erde vor 300 Millionen Jahren, oder selbst vielleicht vor nur 50 Millionen Jahren, noch feuerflüssig war, ein Resultat, welches er aus der Berechnung des Wärmeverlustes

---

[1] Siehe Revista miner. 1869, B. 19, S. 171.

gewinnt, den sie immerfort an ihrer Oberfläche erleidet. (1869. Ausland, 1870, S. 260.)

Wir haben schon gemeldet, dass Helmholtz das Alter der Erde auf 350,000.000 Jahre schätzt.

Einige Gelehrte haben endlich über den Weltuntergang ihrer Phantasie freien Lauf gelassen. L. Frisch gab zu Sorau im J. 1747 die Welt in Feuer oder das Ende der Welt 4⁰ mit 12 col. Tafeln heraus. W. H. Seel zu Frankfurt druckte im J. 1817 vom Weltuntergang mit Beziehung auf die verkündete Wasserabnahme auf der Erde, 8⁰. Christ. Kapp philosophirte im J. 1836 über die Sterblichkeit der Erde. (Vergl. Hertha Kempten S. 130; N. Jahrb. f. Min. 1836, S. 220—221.) Im J. 1837 hielt Marcel de Serres einen Discours sur l'Avenir physique de la Terre, Faculté des Sciences, Montpellier, 8⁰. A. Petzholdt gab im J. 1845 in der Dresdener naturwissenschaftl. Gesellschaft einen Vortrag über die Art jenes Erd-Absterbens. (Dresd. naturwiss. Jahrb. 1845, B. 1, S. 164—192.) Dr. H. G. L. Reichenbach druckte zu Dresden im J. 1846 über die Erhaltung der Welt eine physicotheologische Betrachtung, 8⁰.

Durch diese Zusammenstellung fast aller bisherigen Zeitbestimmungen der verschiedenen Formationen und Erdumformungen kommt man nun leider zu dem Schluss, dass alle diese Bestimmungen, obgleich manche sehr geistreich gefasst sind, keinen reellen numerischen Werth haben. Es sind immer nur approximative Werthe, zu deren weiterer Bestimmung die nothwendigsten Thatsachen oft noch fehlen und manche derselben nie entdeckt werden oder auch nur werden können.

Was aber den möglichen Weltuntergang betrifft, so bleibt doch immer der vernünftigste Gedanke derjenige, dass bei Fortsetzung der jetzigen Wirthschaft mit Feuerungsrequisiten, wie Kohle, Braunkohle und Holz, einmal eine Zeit kommen wird, wo das Quantums-Verhältniss des brennbaren Stoffes zu der dann grösseren Zahl der Menschen und ihrem bedeutenderen Bedarf für Communication und Handels-Angelegenheiten kein proportionales mehr sein wird. Nicht nur zerstört oder verwüstet man die Wälder ohne neue anzulegen, überall beutet man die Kohle und Braunkohle aus. Diese Abnützung der den Menschen nothwendigen Requisiten wächst aber jedes Jahr mehr in geometrischer als in

arithmetischer Proportion. Man lebt fröhlich weiter, ohne an eine Zukunft zu denken, welche nothwendigerweise einmal eintreten wird, man tröstet sich mit der weiten Entfernung dieses verhängnissvollen Zeitpunktes, anstatt bei Zeiten Vorsorge dagegen zu treffen. Man jubelt über die Fortschritte der Industrie und die immer steigende Ausbreitung der Civilisation, ohne an seine Nachkommen zu denken, welche dann gewiss schrecklichen Katastrophen ausgesetzt sein und ihre Zahl plötzlich oder allmälig sehr zusammengeschmolzen sehen werden. Einen sehr wichtigen und sich selbst immerfort erzeugenden Ersatz für Kohle und Holz werden in allen Fällen die Torfmoore liefern, welche in jetziger Zeit nur zum kleinsten Theile von den Menschen benutzt werden, obgleich schon eine gewisse Anzahl durch Menschenhände in urbare Felder verwandelt wurden. Die Torfmoore der Gebirge blieben fast alle unberührt und für die Nachkommenschaft ein wirklicher einmal zu erhebender Schatz.

Vorläufiger Bericht über den propulsatorischen Apparat der Insekten.

Von Dr. V. Graber,

Privatdocent für Zoologie an der Universität zu Graz.

(Mit 1 Tafel.)

Schon über ein Jahr beschäftige ich mich mit der Untersuchung der tectologischen und physiologischen Verhältnisse des propulsatorischen Apparates der Insekten, und wie ich nun sehe, war mein Bemühen nicht ganz erfolglos.

Die Gliederung und histologische Constitution des Herzens, seine Ostien, die Verschlussvorrichtungen, sowie die sog. Interventricularklappen wurden näher geprüft und dabei manche von den bisherigen Anschauungen völlig abweichende, sowie zahlreiche neue Beziehungen gewonnen; ferner lag mir daran, das Wechselverhältniss zwischen den Pericardialzellen und Flügelmuskeln zum Rückenrohre zu erforschen, sowie die bis heute gänzlich verkannte physiologische Bedeutung der letzteren klar zu stellen. Mein vorzüglichstes Augenmerk war aber gerichtet auf die histologische Seite unseres Apparates, wobei insbesondere wieder die Bindegewebsformen etwas intensiver studirt wurden.

Lediglich mit der Intention, den Freunden wissenschaftlicher Entomologie über ein bisher theilweise sehr confuses Gebiet einigen Aufschluss zu ertheilen, sowie die Histologen auf die Bindegewebe der Insekten neuerdings aufmerksam zu machen, habe ich mich entschlossen, meiner grösseren reich illustrirten Arbeit über diesen Gegenstand, deren Vollendung durch meinen anstrengenden Gymnasialdienst leider sehr verzögert wird, einen

ganz skizzenhaften Bericht über einige der wichtigeren Resultate meiner Forschungen vorauszuschicken [1].

Weniger liegt mir an der Wahrung der Priorität bezüglich der Entdeckung einer Art elastischen Fasernetzes, das meines Wissens bei Wirbellosen bisher nur in den Schliessbändern der Muschelschalen (bei den Vorticellenstielen ist die Sache zweifelhaft) angetroffen, bei sämmtlichen Arthropoden aber gänzlich vermisst wurde [2].

Anatomisch-physiologische Skizze des propulsatorischen Apparates.

An einem geeigneten abdominalen Diagramm einer grössern Heuschrecke *(Oedipoda)* erkennt man betreffs des in Rede stehenden Organapparates Folgendes: Das Herzrohr liegt unter der dorsalen Längsmedianlinie, an der Rückwand befestigt durch besondere Muskeln (von mir Herzsuspensorium genannt, Fig. 6 *s*), inmitten eines zum grösseren Theile mit einem schwammigen Zellgewebe *(Z)* und Tracheen *(t)* angefüllten Hohlraumes, der durch das von den Flügelmuskeln und dessen Bindegewebe gebildete Septum vom unteren und weitaus umfangreicheren Eingeweideraum *(B)* getrennt wird.

Diese auf das Abdomen beschränkte dorsale Caverne *(A)* ist aber keineswegs nach Art eines echten Pericardialsinus (wie z. B. bei Krebsen) von einem besonderen bindegewebigen Sack umschlossen, sondern seine Grenzen sind oben und seitwärts die allgemeine Körperdecke, die allerdings bekanntlich mit homogenem Bindegewebe (?) überzogen wird.

---

[1] Vorliegender Aufsatz ist aber doch insoferne als ein von der angekündigten grösseren Arbeit unabhängiges Ganzes aufzufassen, als die beigegebenen Abbildungen speciell nur für diesen entworfen sind.

[2] Vergl. Schlossberger, Chemie d. Gewebe pag. 126, ferner E. Haeckel, die Gewebe des Flusskrebses (Archiv f. Anatomie u. Physiologie von J. Müller, 1857); Leydig's Lehrbuch der Histologie d. Menschen u. d. Thiere; Stricker, Handbuch der Lehre von den Geweben. Cap. II. von den Bindesubstanzen, bearbeitet von A. Rollett pag. 34 ff. Detaillirte Literaturcitate, begleitet von kritischen Bemerkungen, folgen in der grösseren Arbeit.

Functionell ist die Rückenkammer aber gleichwohl als ein wahrer Blutbehälter aufzufassen.

Bei der Contraction der Flügelmuskeln, resp. bei der Verkürzung des Pericardialseptums, wird letzteres nothwendigerweise gegen die Bauchseite gepresst (kommt also in Fig. 6 von *a* nach *b* zu liegen), wodurch der ventrale Hohlraum verkleinert, der dorsale aber vergrössert wird. Die Folge davon ist die durch die fensterartigen Lücken des Septums ermöglichte Aufsaugung des Blutes aus der Eingeweide- in die Rückenkammer, von wo es bei der gleichzeitig erfolgenden Expansion des Herzrohres in das letztere übergeht.

Das Septum steht nur mittelbar, nämlich durch die an ihm sich befestigenden Pericardialzellen mit dem Herzrohr in Verbindung, kann also weder an der Diastole einen nennenswerthen Antheil nehmen, was auch das Experiment beweist, noch, wie die gegenwärtig allgemein verbreitete Ansicht lautet, als Fixationsapparat desselben dienen.

Der Krümmungsradius des nach oben convexen oder mehr winkelig in der Mitte eingebogenen Septums hängt vom Gesammtdiagramm des Abdomens ab; die Breite des gesammten Septums scheint (vgl. *Lucanus* und andere Käfer) mit der Depression des Hinterleibes, beziehungsweise mit der Zunahme des Krümmungsradius, zu wachsen.

Die durch auffallend lange Discs ausgezeichneten Flügelmuskel-Primitivfasern bilden unter dem Herzen entweder einen Plexus, wobei sie sich in Primitivfibrillen zerspalten, oder sie endigen, in verschiedengrosser Entfernung vom Herzen, spitz, stumpf oder in mehreren Zacken, in welchem Falle dann die beiderseitigen fächerartig ausgebreiteten Flügelmuskel durch eine bindegewebige flache Sehne von sehr wechselndem Aussehen verknüpft werden.

Da der dorsale Blutsinus förmlich mit den Elementen des sog. zelligen Bindegewebes beziehungsweise des *Corpus adiposum* angeschoppt ist und zu denselben auffallend viele und umfangreiche Luftröhren hinführen, deren Endigungen, ein dichtes Netzwerk bildend, in die erwähnten und später etwas genauer zu besprechenden Zellen sich einsenken, so muss der dorsale

Blutraum, abgesehen von anderen an die Zellen gebundenen, jetzt aber noch unbekannten secretorischen Functionen, als ein specifischer Respirationsherd, ich möchte sagen, als eine Art wahrer Tracheenlunge angesehen werden.

Das Herz selbst stellt bald ein einfaches, bald ein mit deutlichen Einschnürungen oder Gliedern versehenes Rohr dar. Im letzteren Falle fällt indess die Segmentirung durchaus nicht immer, ja vielleicht gar nie, mit dem Querschnitt der Spaltöffnungen zusammen, wie das bisher angegeben wurde, sondern entspricht (vgl. auch manche Krebse, ferner die Arachniden und Pyknogoniden) dem zwischen je zwei aufeinanderfolgenden Spaltpaaren gelegenen mittleren Querschnitt, der auch in der That gewöhnlich mit den Grenzstrichen der abdominalen Metameren coincidirt.

Den Gelenkhäuten der Körpersegmente entsprechende Einstülpungen des Herzrohres, die gleichzeitig (nach Owen) als sog. Ringfalten eine Art Klappenapparat vorstellen sollten, sind bei den zahlreichen von mir geprüften Insekten entschieden nicht vorhanden.

An den schlitzförmigen Ostien der höheren Insekten (Orthopteren, Käfer, Hautflügler) fehlen Klappen nach dem alten Sinne meist gänzlich; nur gelegentlich scheinen deutliche vorhangartige Duplicaturen der Ostienränder (z. B. bei *Melolontha*) vorhanden zu sein. In den übrigen Fällen wird der Rückfluss des Blutes nach aussen einfach durch die Sperrung der meist etwas verdickten Ostienlippen bewerkstelligt. Zu dem Zwecke nehmen die querlaufenden Ringfasern des Herzens in der Nähe der Ostien einen gekreuzten Verlauf, indem sie sich in Form einer 8 um das Herzrohr herumlegen. Dass bei der Zusammenziehung also Verkürzung dieser Doppelschlinge die Spaltöffnungen nothwendig geschlossen werden müssen, liegt auf der Hand (Vgl. Fig. 7 *c*).

Am schönsten erkennt man diese Verschlussmuskel bei grösseren Locustiden. Es kommt aber zu bemerken, dass die Spalten nicht immer seitwärts liegen, sondern (*Odontura*) bisweilen zum grösseren Theile auf dem Rücken des Herzens postirt sind. In diesem Falle sind nur die Ringfasern an der Dorsalseite

gekreuzt, verlaufen dagegen an der Ventralseite in der gewöhnlichen Weise, d. i. senkrecht auf der Längsaxe des Gefässes.

Eine bedeutende Differenzirung des bei den Locustiden geschilderten Verhaltens ist bei manchen Akrydiern gegeben, insofern man dort an der Bauch- oder Rückenseite einen von der Herzwand theilweise völlig getrennten doppelt geflügelten longitudinalen Muskeltrabekel erkennt, der die Ostiengegend überbrückt und durch seine, in der Längsaxe des Gefässes erfolgende Contraction einerseits die Spalten verschliessen hilft und andererseits, als eine Art passiver Sperrvorrichtung, sich in die Mitte des verengten Herzlumens legt.

Besondere, den Blutlauf innerhalb des Herzens regelnde Klappen (sog. Interventricularklappen) fehlen den Heuschrecken, sowie vielen anderen Insekten, ganz gewiss, können aber, wie Versuche an elastischen Röhren lehren, bei der successiven, von hinten nach vorne fortschreitenden Contraction der Herzwandungen leicht entbehrt werden.

Bei manchen Insekten, insbesondere Larven, scheinen gelegentlich als Ostien trichterförmige Einstülpungen zu fungiren. Ähnliche Bilder erhält man indess auch durch die Projection der nicht eingestülpten Ostienränder der Orthopteren. Kleine Formen sind zur endgiltigen Entscheidung solcher Fragen übrigens nicht massgebend, da eine genauere Analyse des Herzens bei ihnen meist unstatthaft ist. Zu hüten hat man sich, gerade betreffs des Herzbaues, vor allzuweit gehender Generalisirung.

Echte, wie die beiden Arme eines Quetschhahns fungirende, aber durchaus nicht als Einstülpungen der vorderen Ostienlippen zu betrachtende Herzklappen fand ich bei *Chironomus plumosus* Lin. (vgl. Fig. 7 *a b*). Sie liegen hier in der Mitte der (mit Unrecht so genannten) Herzkammern. Bei der Systole gewinnt es hie und da den Anschein, als ob sich die beiderseitigen Klappen in der Mitte des Herzens kreuzten, wodurch die Ähnlichkeit mit dem Quetschhahn noch erhöht wird.

Hinsichtlich des vielen Details und der Illustrationen muss auf die Hauptarbeit verwiesen werden.

Seiner histologischen Constitution nach erweist sich das Insektenherz — ähnlich scheint mir die Sache auch bei den Myriapoden zu liegen — von im wesentlichen überein-

stimmendem Bau mit den Blutgefässen der Wirbler; dass es eine histologische Einheit sei, gewissermassen „ein hohl gebliebenes Muskelprimitivbündel“ (d. i. Faser), wie Weissmann angibt und man gegenwärtig in verschiedenen Handbüchern der Zoologie zu lesen bekommt, ist für Larven so gut wie für die ausgebildeten Hexapoden ein completer Irrthum.

Als Intima erkennen wir (bei manchen Insekten allerdings sehr undeutlich) eine hie und da etwas längsstreifige, im übrigen aber völlig homogene und (was wichtig ist Weissmann gegenüber) vom Sarcolemma der mediären Ringfasern durchaus getrennte, gelegentlich auch lange spindelförmige oder grosse kugelige Kerne führende Schichte, die insbesondere an feinen Herzdiagrammen gut hervortritt.

Die Ringfasern der mediären oder Muskelschichte sind bei den Imagines durchgehends sehr leicht zu isoliren und zeichnen sich speciell bei den Orthopteren und Hymenopteren im Vergleich zu den Flügelmuskeln durch ihre beträchtliche Breite, sowie durch die Niedrigkeit ihrer Discs aus. Letztere so gut wie die Primitivfibrillen lassen sich durch geeignete Mittel ganz prächtig isoliren. Bei den Käfern sind die Ringfasern im allgemeinen weit dünner und enger aneinander schliessend.

Die äusserste Lage oder Adventitia kann man bei grösseren Thieren, z. B. *Locusta*, durch geeignete Maceration mitunter als gesonderten Schlauch präpariren.

Bei der Mehrzahl der Heuschrecken und Käfer, bei gewissen Apiden ganz sicher, ist die Adventitia vorzugsweise aus elastischen, ein gröberes oder feineres Maschenwerk darstellenden Balken und Fasern zusammengesetzt (Fig. 3), und kann so mit vollem Fug den gefensterten Adventitien der Vertebratenarterien an die Seite gestellt werden.

Das Zellgewebe und die eigentlichen Bindesubstanzen des propulsatorischen Apparates.

Zu den Bindesubstanzen im wahren Sinne dieses Wortes dürfte man strenge genommen wohl nur die Bindehäute — ja vielleicht nicht einmal diese alle, z. B. das reticuläre Gewebe — zählen; denn das sog. Zellgewebe der Insekten im engeren

Sinne ist ohne Zweifel nur ein Complex histologisch sehr niedrig stehender Drüsen oder, allgemeiner, Organe des Stoffwechsels, über deren specielle Function wir aber soviel wie gar keine bestimmten Anhaltspunkte besitzen.

Wir weisen vor der kurzen Besprechung der einzelnen Zell- und Bindegewebsformen noch darauf hin, dass das Herz mit Einschluss des ihn umgebenden Blutsinus das weitaus günstigste Object zu ihrer Untersuchung darbietet.

I. **Zellgewebe.** Im Hohlraum des Insektenpericardiums fand ich durchgehends dreierlei Arten von Zellen, resp. Zellfusionen, und eine davon ist einzig und allein auf die Herzgegend beschränkt, weshalb der Name Pericardialzellen für dieselben nicht unpassend sein mag.

a) **Die Elemente des sogenannten Fettkörpers** sind längst bekannt und in ihrem näheren Verhalten, sowie in genetischer Beziehung beschrieben worden.

Der Fettkörper bildet entweder ein aus deutlichen, theilweise völlig isolirten Zellen zusammengesetztes Gewebe, wobei die Kerne nicht selten vermisst werden (*Apis* Fig. 1 *a*), oder er stellt nur ein aus Zellen verschmolzenes Balken- und Gitterwerk dar, in dem entweder die Kerne noch erhalten sind (Heuschrecken) und sich durch ihre grossen kreisrunden Kerne auszeichnen, oder wo die Kerne gänzlich fehlen (Dipteren, viele Hemipteren, z. B. Pediculinen). Der Inhalt des *C. adiposum* ist bekanntlich (vgl. Leydig und Fabre) ein sehr verschiedener; körniges Protoplasma mit Einlagerung oft lebhaft gefärbter Fetttröpfchen bildet aber doch immer das Hauptconstituens.

L. Landois hat diese Art von Zellen ihrer vermuthlichen Function wegen als Ernährungszellen bezeichnet, und ich selbst habe den Nachweis versucht, dass sie entschieden den Chylusgefässen analog sind, was ihrer allfälligen excretorischen Bedeutung durchaus keinen Eintrag thut.

b) **Die zweite**, stets an den eigentlichen Fettkörper gebundene und im allgemeinen auffallend grosse Form von Zellen, unterscheidet sich von der ersteren Art vor allem dadurch, dass sie niemals eng an einander geschlossene Reihen oder gar Netze bildet, sondern immer isolirt im übrigen Fettgewebe, wie eingesprengt, vorkommt. Ferner enthalten diese Zellen nur aus-



nahmsweise (z. B. Pediculinen [1]) zwei oder mehrere durch Theilung entstandene Kerne; man findet vielmehr gewöhnlich nur einen einzigen und zwar verhältnissmässig sehr grossen, ganz kugelförmigen oder ellipsoidischen Kern.

Hervorzuheben ist auch die grosse Resistenz der Zell- sowohl als Kernmembran, die sich selbst in kochender Kalilauge gar nicht und in concentrirter Salpetersäure nur nach langer Zeit auflöst (Fig. 3 *z*). Der feinkörnige, wie es scheint, niemals freies Fett führende Inhalt ist häufig gelb (Heuschrecken) oder grün *(Apis)* pigmentirt. Durch Karmin werden diese eingesprengten Zellen, wie man sie vielleicht noch am besten heissen könnte, weit stärker geröthet als die sog. Fettkörper- und die Pericardialzellen. Zu erwähnen wäre noch, dass sie manchmal (*Pediculus*, Phryganeenlarven) [2] mittelst dünnhäutiger Röhren mit Tracheenendigungen zusammenhängen.

Ihre Function ist völlig dunkel. Sie als specifische Respirationszellen aufzufassen, wie das L. Landois gethan hat, ist um so weniger Grund vorhanden, als sich in die anderen Zellformen gleichfalls und oft sogar mehr Tracheen verlieren.

c) **Die Pericardialzellen** sind, wie schon gesagt, ausschliesslich auf den dorsalen Blutsinus beschränkt, wo sie über dem Septum eine oder mehrere Lagen bilden, über welchen dann das eigentliche *C. adiposum* aufliegt.

Selbst wenn man grössere Reihen von Insekten in Betracht zieht, lassen sich die Pericardialzellen ziemlich leicht charakterisiren.

Ihre Gestalt ist sehr variabel, allermeist, so lange wir es nicht mit Zellfusionen zu thun haben, rundlich, birnförmig, elliptisch; durch fortschreitende incomplete Theilung, wobei die Membran sich scheinbar oft völlig passiv verhält, entstehen lange, stellenweise etwas eingeschnürte, einfache oder abermals in secundäre Läppchen zerfallende Stränge (Fig. 1 *c*), welche meist

---

[1] Vergl. meine Schrift: „Anatomisch-physiologische Studien über „*Phthirius inguinalis*“ in d. Zeitschrift f. w. Zoologie Bd. 22.

[2] Eine genauere Darstellung hiervon findet sich in meiner demnächst erscheinenden Abhandlung „Untersuchungen und Reflexionen über die Tracheenkiemen der Neuropteren“.

in parallelen Zügen mit den Flügelmuskelfasern verlaufen. Bei manchen Formen (ausgezeichnet bei *Lucanus, Dorcus* und anderen Käfern) kann man sich unschwer überzeugen, dass die Membranen dieser Zellen und Zellstränge continuirlich in das Bindegewebe des Septums und der Herzadventitia übergehen. Ihr Verhalten zu diesen Bindegewebsröhren und zu dem Sorcolemma der Septumfasern erinnert oft auffällig an mit gangliösen Anschwellungen versehene Nervenfasern; andere Bilder sind wieder ganz darnach angethan, in den Pericardialzellen primäre Muskelzellen zu erblicken, wenngleich manche wichtige Bedenken gegen eine solche Auffassung sprechen [1].

In genetischer Beziehung sind unsere Zellen, ob auch die übrigen Zellformen ist noch fraglich, aus der über der Darmfaserschichte liegenden Gewebsschichte abzuleiten (vgl. Kowalevsky's embryologische Studien an Würmern und Arthropoden).

Sehr bezeichnend für die Pericardialzellen ist jedenfalls der Umstand, dass selbst in scheinbar ganz selbständig gebliebenen Formen bis zu 6 (z. B. nach Essigsäure) sehr scharf hervortretende, aber verhältnissmässig winzige Kerne vorkommen, die entweder einen oder mehrere Kernkörperchen aufweisen. Am öftesten trifft man in den genannten Formen 2 Kerne, in grösseren Zellfusionen kann man oft über 20 Kerne zählen, die bei geringer Vergrösserung wie Fettkügelchen sich ausnehmen. Den sog. isolirten Zellen gleichen sie durch ihren Pigmentgehalt. Die Färbung beiderlei Arten von Zellen ist übrigens keine durchaus übereinstimmende. Die Pericardialzellen sind gewöhnlich braungelb, gelb oder grünlichgelb gefärbt; bei den Heuschrecken ist das Blut von ähnlicher nur etwas mehr verwaschener Farbe, was mich auf die Vermuthung bringt, dass ein gewisser Zusammenhang zwischen der Blutflüssigkeit und dem Pericardialzellinhalt besteht.

Die Grösse der Pericardialzellen ist selbst innerhalb eines und desselben Individuums sehr wechselnd, wobei wir natürlich nur von solchen Zellindividuen sprechen, die wegen ihrer gleichen Kernanzahl, ungefähr wenigstens, auf derselben Altersstufe sich

---

[1] Man denke z. B. an die Pigmentirung, sowie daran, dass diese Zellen auch ganz entfernt von den Flügelmuskeln, nämlich über dem Herzen vorkommen.

befinden. Nur bei einigen Insekten (z. B. *Silpha*, *Musca* u. a.) sind die Zellen nicht nur von gleicher Grösse, sondern zeigen auch eine völlig übereinstimmende kugelrunde Gestalt.

Als Extreme der Zellendurchmesser notirte ich 0·1 Mm. (*Silpha* mit meist 2 Kernen) und *Musca vomitoria* (0·035 Mm.). Hinsichtlich der Function der Pericardialzellen haben wir bereits erwähnt, dass sie, abgesehen von ihrer unzweifelhaften respiratorischen Thätigkeit, wahrscheinlich als specifische Drüsen fungiren.

II. Häutiges Bindegewebe. Wir unterscheiden am Blutsinus und Herzen der Insekten namentlich vier distincte Bindegewebsformen, die aber, zum Theile wenigstens, einander äquivalent sind und auch in der That in einander übergehen.

a) **Das formlose Bindegewebe** trifft man vorwiegend als innere Auskleidung der intestinalen und integumentalen Epidermis (hier matrix). Vom Integumente, wo es nach E. Haeckel's Darstellung wohl als Corium bezeichnet werden mag, geht es unter dem Namen Sarcolemma und Perimysium am Blutsinus zunächst auf die Flügelmuskeln über, wo es in unmittelbarem Zusammenhange steht einerseits mit den beschriebenen Zellgeweben und andererseits mit dem folgenden Gewebe. Kerne fand ich niemals in dieser Membran und ich halte sie ihrer Genesis nach für homolog mit der Cuticula, wofür auch ihre grosse Resistenz gegen Kalilauge spricht; gelegentlich trifft man feinkörnige Ablagerungen.

b) **Das streifige Sehnengewebe der Flügelmuskel** hat allermeist einen fibrillären Charakter, ohne dass es aber mit dem echten fibrillären Bindegewebe der Vertebraten verglichen werden darf. Es ist mir nämlich niemals gelungen, auch nicht mit Anwendung des Kalk- und Barytwassers gesonderte Fibrillen oder auch nur Fibrillenbündel darzustellen, sowie es sich auch in kochendem Wasser nicht auflöst.

Nach Behandlung mit Säuren (concentrirte Essig- und 0·1% Salzsäure) bleibt im Gegensatze zum eigentlichen fibrillären Gewebe die mehr weniger geschwungene Streifung noch stundenlange unverändert erhalten.

Durch Karmintinction, welche das Sehnengewebe merklich röthet, sowie durch Chromsäure (2%), kann man die Streifung am schnellsten zum verschwinden bringen, ohne dass aber dabei irgend ein Aufquellen von Fasern sichtbar wird.

Die sog. Xantoproteinsäurereaction gibt eine schwach gelbliche Färbung. In concentrirter Natronlauge erhält sich das Sehnengewebe, sowie dessen Streifung, tagelang; fortgesetzte Verdünnung derselben scheint dagegen die baldige Auflösung herbeizuführen. In 30% Kalilauge bleibt es gleichfalls lange unverändert und glaubt man bei sehr starker Vergrösserung deutliche, sich mannigfach durchkreuzende Fasern zu erkennen, ohne dass man aber je eine Verzweigung derselben, wie sie für echtes elastisches Gewebe bezeichnet ist, erkennen würde. In kochender Kalilauge löst es sich aber sehr schnell auf.

Durch Goldchlorid erhält man am homogenen, sowie am streifigen Bindegewebe eine bläuliche bis violette Färbung.

Im Gegensatze zu ersterem erscheint letzteres vielfach durchbrochen. Die Lücken sind bald vorwiegend rundlich *(Ephippigera)* bald mehr spindelförmig und von sehr variablem Durchmesser. Die Contur derselben erinnert in einzelnen Fällen nicht wenig an jene des aräolären Bindegewebes der Wirbelthiere, während sie in anderen Fällen meist ganz scharf und glatt erscheint und so manche Analogie mit den elastischen durchbrochenen Platten des Schlemm'schen Canals beim Menschen vorgespiegelt wird [1].

Eine, wie es scheint, noch ausgesprochenere Ähnlichkeit, worauf mich zuerst Prof. A. Rollett aufmerksam zu machen die Gefälligkeit hatte, zeigt unser Bindegewebe mit dem Balkennetz des sog. *Ligamentum pectinatum Iridis* des Menschen [2].

Hinsichtlich der im fraglichen Gewebe eingelagerten Formbestandtheile ist vor allem zu bemerken, dass dieselben beinahe immer nur Kerne darstellen, und dass dort, wo um den Kern (wie bei *Ectobia*) noch ein deutlicher Protoplasmahof zu erkennen

[1] Vergl. Dr. G. Schwalbe's Untersuchungen über die Lymphblasen d. Auges und ihre Begrenzungen. II. Th. Archiv f. mikr. Anat. von M. Schultze, 6. Bd., T. 18. Fig. 28.

[2] L. c. Stricker's Handbuch.



ist, die Grundsubstanz niemals eine Streifung (nur Faltungen!) erkennen lässt, so dass wir es hier offenbar mit einer niederen Entwicklungsform zu thun haben.

Bei manchen Schmetterlingsraupen kann man übrigens ganz ähnliche Bilder beobachten, wie sie A. Rollet vom grossen Netz menschlicher Embryonen beschreibt.

Die Zahl der Kerne (oft mangeln sie gänzlich, z. B. bei *Lucanus, Dorcus*) ist im allgemeinen sehr gross. Meist liegen sie in Längsreihen angeordnet dicht hintereinander (*Locusta*), mit ihrem Längsdurchmesser ausnahmslos den Flügelmuskelfasern oder mit anderen Worten dem Lauf der Scheinfibrillen parallel. Ausser spindelförmigen und stäbchenartigen Kernen sieht man auch hie und da ganz unregelmässig gestaltete, sowie hufeisen- und bisquitförmige; letztere sind wohl als Theilungsproducte aufzufassen.

Die Länge der Kerne ist selbst bei einem und demselben Individuum grossen Schwankungen unterworfen, so beträgt sie beispielshalber bei *Ephippigera* 0·021—0·045 Mm.

Dem ganzen Verhalten nach wäre das besprochene Gewebe vielleicht zwischen das fibrilläre und elastische Gewebe in die Mitte zu stellen, da sowohl Übergänge zu diesem (*Thamnotrizon*) als zu jenem (*Ephippigera*) zu bestehen scheinen. Es kann übrigens auch unser Gewebe eine ganz besondere Kategorie von Bindesubstanzen repräsentiren, da man a priori durchaus nicht annehmen darf, dass die bei Arthropoden und anderen Wirbellosen vorkommenden Gewebe nothwendig ihre Homologa bei den Vertebraten finden.

c) **Reticuläres Gewebe.** Nach E. Haeckel's ganz plausibler Darstellung würden sich die von anderen Forschern, z. B. Leydig unter dem Namen des Gallertgewebes beschriebenen Netze (z. B. beim Flusskrebs) nur als Interstitien gewisser eigenthümlicher, gallertiger Zellen erweisen.

Dem gegenüber muss ich aber das Vorkommen eines ausgezeichneten Reticulums bei Insekten, von dem übrigens auch Leydig eine hübsche Darstellung gibt[1], speciell hervorheben.

---

[1] Von welcher Species ist aber nicht gesagt, eine Nachprüfung demnach unmöglich.

Bisher traf ich es nur bei Akrydiern, wo es als interstitielles Gewebe der hier oft weit von einander abstehenden Flügelmuskelfasern fungirt und nach Alkoholbehandlung als eine continuirliche, unter den Pericardialzellenlagen ausgespannte Membran abgehoben, also völlig isolirt dargestellt werden kann.

Fig. 5 gibt davon eine mit der *C. lucida* aufgenommene Darstellung und zwar von *Stetheophyma grossum* L.

Entsprechend der Leydig'schen Zeichnung treten auch hier in die feinen Ausläufer der sternförmigen, unter sich anastomosirenden Zellen feine Tracheenenden ein.

Die Lücken des reticulären Gewebes werden von den Pericardialzellen ausgefüllt. Indem nach längerem Einwirken von Alkohol die letzteren theilweise zerfallen und ihre ziemlich resistenten Kerne frei werden, gewinnt es oft völlig den Anschein, als ob ausser den genannten Zellen noch besondere kleine lymphoide Zellelemente als Ausfüllungsmassen des Reticulum vorhanden wären.

Bezüglich des chemischen Verhaltens unserer Gewebsform muss ich seine grosse Resistenz gegen concentrirte Säuren und Alkalien (z. B. Natronlauge) hervorheben. In letzterer blieb es (nachdem es früher lang in Alkohol gelegen hatte) über 6 Stunden völlig unversehrt, eine reichliche Wasserzugabe führte aber ziemlich rasch den Zerfall herbei.

Ich sollte noch erwähnen, dass von einem etwaigen Inhalt der Zellen unseres Reticulum so viel wie nichts zu sehen ist; man begegnet nur locker liegenden blassen Körnchen.

Kerne lassen sich fast in sämmtlichen Verbreiterungen des Balkengewebes, z. B. durch Essigsäure, sichtbar machen. Dieselben sind meist kreisrund oder breit-elliptisch und von sehr beträchtlicher Grösse; bei *Stetheophyma grossum* meist 0·017 Mm. gross. Eine Membran ist an ihnen nicht nachzuweisen, die Contur wird vielmehr von kranzförmig aneinander gereihten Körnchen eingenommen. Der Inhalt der Kerne erscheint (nach Alkoholeinwirkung) ganz blass, so dass die Kerne von der homogen erscheinenden Umgebung kaum abstechen, lauter Erscheinungen, die auf eine weit fortgeschrittene Umwandlung des ursprünglichen Zellgewebes hindeuten.

Wollte man schon einen Vergleich mit ähnlichen Geweben anderer Thiergruppen ziehen, so möchte ich mich — so weit meine allerdings geringen Erfahrungen reichen — nicht für das Gallertgewebe der Weichthiere im weiteren Sinn dieses Wortes entscheiden, sondern insbesondere auf Grund der angegebenen chemischen Prüfung eher an das echte Reticulum der Wirbelthiere und speciell an das der Thränendrüsen erinnern.

d) **Das elastische Fasernetz.** Mit voller Sicherheit habe ich diese bisher bei den Arthropoden wenig bekannte Bindesubstanz nur bei Hymenopteren (*Apis, Anthophora* L. u. A.) nachweisen können; ich zweifle indess nicht, dass es auch bei anderen Insekten vorkommt. So erinnere ich mich, ganz ähnliche Gewebe seiner Zeit bei mehreren Käfern und Geradflüglern *(Thamnotrizon)* gesehen zu haben. Insbesondere dürfte auch das Balkengeflecht der Herzadventitia von *Locusta* und *Platycleis* hieher zu zählen sein; zur genaueren Untersuchung fehlt aber im Augenblicke das Materiale. [1]

Bei *Apis (mellifica)*, noch schöner bei *Anthophora)* findet sich das elastische Gewebe einerseits zwischen den anastomosirenden Flügelmuskeln in Gestalt der bei den Wirbelthieren häufig beschriebenen lockeren Netze mit vorwiegend rhombischen Lücken, andererseits in Form eines dichten wirren Plexus in der Adventitia des Herzens.

Zur Demonstrirung empfiehlt sich vor allem eine Behandlung des frisch präparirten und stark gequeschten Herzens mit einem Gemisch von verdünntem Glycerin und Essigsäure. Man erkennt dann als innerste Lage die aus Ringfasern bestehende schön quergestreifte Muscularis und nach aussen das elastische Netz, in das hier ausserordentlich reich entfaltete Tracheenzweige eindringen, die sich aber wegen ihrer (bei durchfallendem Lichte) ganz schwarzen Färbung sehr scharf abheben. Das elastische Netz erkennt man am schönsten bei hoher Tubuslage in Gestalt etwas gelblich glänzender homogener Balken und Fasern, bei *Apis* mit ziemlich gestrecktem Verlaufe, bei *Antophora* förmliche Knäuel bildend.

[1] In neuester Zeit habe ich die fraglichen Netze auch bei vielen Käfern nachgewiesen; ihr chemisches Verhalten zeigt indess manche Unterschiede.

Die beigegebenen Abbildungen Fig. 2 und Fig. 3 überheben mich eigentlich jedes Beweises, dass wir es hier in der That mit einem wahren elastischen Fasergewebe zu thun haben; trotzdem mag noch beigefügt werden, dass es auch in chemischer Beziehung ziemlich mit jenem der Wirbelthiere übereinkommt.

In concentrirter Natronlauge blieb es tagelang unverändert, durch Kochen in verdünnter Kalilauge habe ich es ganz isolirt dargestellt (Fig. 3); die Präparate stehen jedermann zur Verfügung. Wo das elastische Netz in dichten Lagen vorkommt, hebt es sich durch seine gelbliche Farbe von der Umgebung gut ab, und passt es so für die alte Bezeichnung *tela flava* ganz vortrefflich.

Es scheint mir nicht unwahrscheinlich, dass manche Entomotomen diesen elastischen Fasern schon begegnet sind, dieselben aber für „dünne, der Querstreifung ermangelnde Muskelreiser" hielten. Eine Verwechslung ist hier aber für den Nichtdilettanten absolut unmöglich, und wird auch die Anwendung der Natronlauge oder heissen Kalihydrates in allen Fällen vor Täuschung schützen. Eher könnten noch manche Tracheenpartien (insbesonders nach der Luftentfernung durch Alkohol) Anlass zu Zweifeln bieten; an der charakteristischen Spaltung der Fasern, an deren gegenseitiger Verbindung, sowie an dem völlig homogenen gelblichen Aussehen wird aber der nur einigermassen Erfahrene (bei hinlänglicher, mindestens 300maliger Vergrösserung) die elastischen Fasern augenblicklich erkennen — und wie ich hoffe, wird schon die nächste Zeit zahlreiche Details über ihre Verbreitung bringen.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Partie des Zellgewebes im dorsalen Blutsinus von *Apis mellifica*.
a Dunkelkörnige Elemente d. *C. apidosum s. str.*;
b darin eingesprengte einkernige, grün pigmentirte Zellen mit pellucidem Protoplasma;
c vielkernige Pericardialzellen, bei *A* eine solche, in Theilung begriffen, grösser dargestellt. 110mal. Vergr.

Fig. 2. Elastisches Fasernetz von der Herzadventitia einer Anthophora nach Behandlung mit Natronlauge. 1000mal. Vergr.

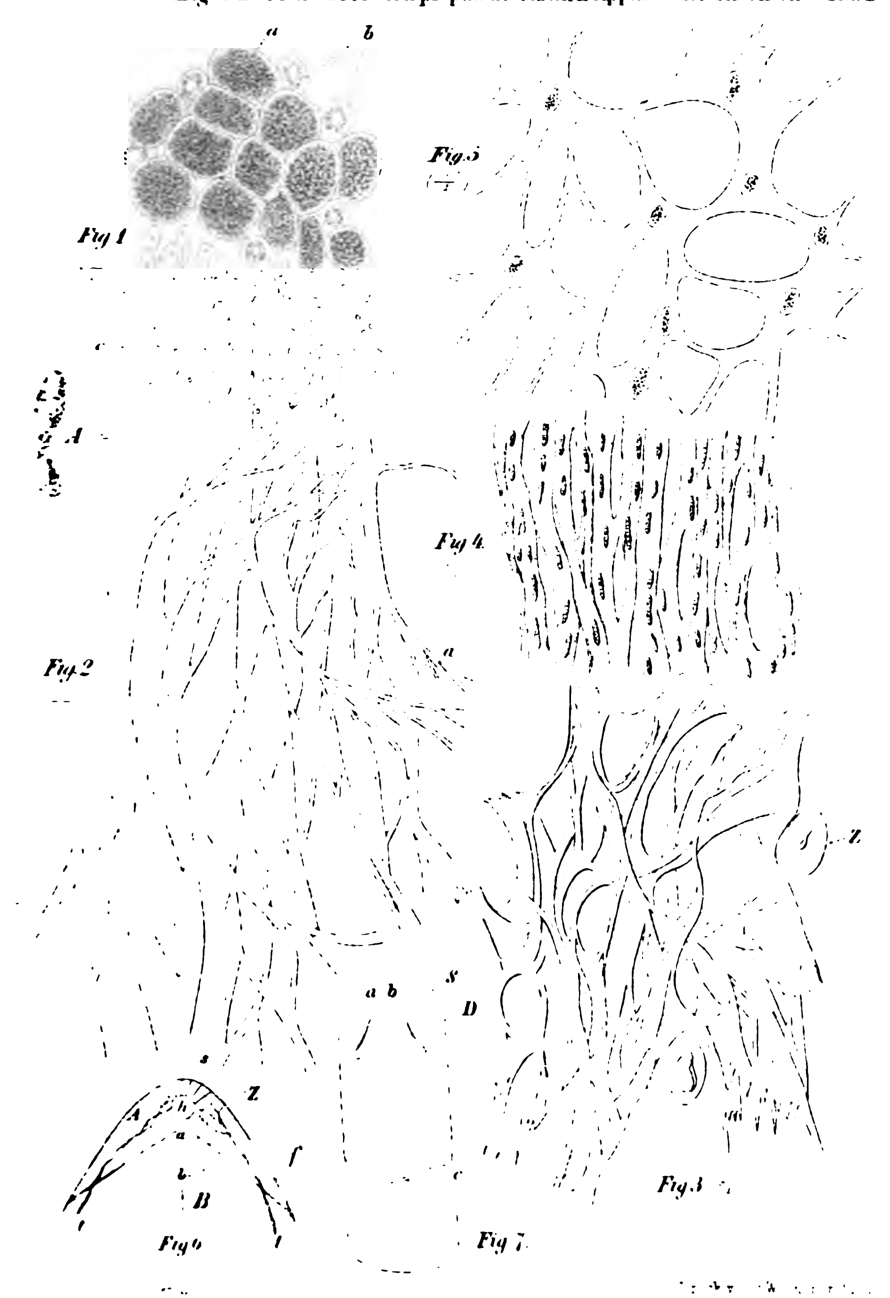
Fig. 3. Gröberes elastisches Netz, stellenweise dichte gefensterte Platten bildend von *Apis mellifica* isolirt mittelst Kochen in Kalilauge. *Z* Persistirende Häute der Pericardialzellen. 200mal. Vergr.

Fig. 4. Mit Essigsäure behandeltes Stück des Sehnengewebes der Flügelmuskeln von *Locusta viridissima*. 200mal. Vergr.

Fig. 5. Reticulum vom Pericardialseptum d. *Stetheophyma grossum* L. nach Behandlung mit Essigsäure. 300mal. Vergr.

Fig. 6. Schematische (aber dem Original getreu angepasste) Darstellung vom dorsalen Blutsinus einer *Oedipoda coerulescens* Burm. *A* Blutsinus (obere Leibeskammer), *B* Eingeweidesinus (untere Leibeskammer). *f* Das zwischen beiden Hohlräumen ausgespannte Septum mit den Flügelmuskeln. *a* Lage des Septums bei der Systole, *b* bei der Diastole. *h* Herz. *Z* Pericardialzellen, *s* das Herz an der Rückwand befestigende Muskeln (Herzsuspensorium), *t* die in den Blutsinus eintretenden Tracheen.

Fig. 7. Naturgetreue (nicht schematische) Darstellung der hintersten Partie des Herzens der Larve von *Chironomus plumosus* L. *S* (punktirte Linien) in der Systole, *D* (ausgezogene Linien) in der Diastole. *c* die Spaltöffnungen, *a* die Lage der Interventricularklappen bei der Diastole, *b* bei der Systole.


a
b
Fig. 1
Fig. 2
Fig. 3
Fig. 4
Fig. 5
Fig. 6
Fig. 7
A
B
Z
D
S
a b
c
f
h

VIII. SITZUNG VOM 14. MÄRZ 1872.

In Verhinderung des Präsidenten führt Herr Hofrath Frei herr v. Burg den Vorsitz.

Der Secretär legt folgende eingesendete Abhandlungen vor

„Über die Reihenentwicklung von Functionen und deren Anwendung in der algebraischen Analysis sowohl wie bei der Integration der Differentialgleichungen", vom Herrn Dr. Franz Wallentin, Prof. an der Realschule im VI. Bezirke Wiens.

„Über bestimmte Integrale", vom Herrn Prof. L. Gegenbauer in Krems.

Herr Hofrath Dr. E. Brücke legt eine im physiologischen Institute der Wiener Universität ausgeführte Arbeit des *Cand. med.* Herrn Friedr. Schauta vor, betitelt: „Zerstörung des *Nervus facialis* und deren Folgen".

Herr Prof. Dr. V. v. Lang übergibt eine „Notiz über absolute Intensität und Absorption des Lichtes", vom Herrn Prof. Dr. Al. Handl in Lemberg.

Herr E. Priwoznik, Hauptmünzamtschemiker, überreicht folgende zwei Mittheilungen:

1. „Chemische Untersuchung eines auf einer antiken Haue aus Bronze gebildeten Überzuges".
2. „Versuche über die Bildung der Schwefelmetalle von Kupfer, Silber, Zinn, Nickel und Eisen".

An Druckschriften wurden vorgelegt:

d'Achiardi, Antonio, Su di alcuni minerali della Toscana non menzionati da altri o incompletamente descritti. Firenze, 1871; 8°. — Sui Granati della Toscana. Firenze, 1871; 8°. — Sui Feldispati della Toscana. Firenze, 1872; 8°.

Agassiz, Louis, A Letter concerning Deep-Sea Dredgings, addressed to Prof. Benj. Peirce, Cambridge, Mss. 1871; 8°.

Apotheker-Verein, allgem. österr.: Zeitschrift. 10. Jahrgang, Nr. 8. Wien, 1872; 8°.

Astronomische Nachrichten. Nr. 1878. (Bd. 79. 6.) Altona, 1872; 4°.

Bibliothèque Universelle et Revue Suisse: Archives des Sciences physiques et naturelles. N. P. Tome XLIII, Nr. 169. Génève, Lausanne, Paris, 1872; 8°.

Frauenfeld, G. R. v. Die Pflege der Jungen bei den Thieren. Wien, 1871; 8°. — Die Wirbelthierfauna Niederösterreichs. Wien, 1871; 8°. — Die Grundlagen des Vogelschutzgesetzes. Wien, 1871; 8°. — Der Vogelschutz. Wien, 1871; 8°.

Gesellschaft, österr., für Meteorologie; Zeitschrift. VIII. Band, Nr. 5. Wien, 1872; 4°.

— Senckenbergische naturforschende: Abhandlungen. VII. Bandes 3. & 4. Heft. Frankfurt a. M., 1870; 4°. — Bericht. 1869—1870. Frankfurt a. M., 1870; 8°.

— geographische, in Wien: Mittheilungen. Band XV. (N. F. V.) Nr. 2. Wien, 1872; 8°.

— gelehrte estnische, zu Dorpat: Verhandlungen. VI. Band, 3. & 4. Heft; VII. Band, 1. Heft. Dorpat, 1871; 8°. — Sitzungsberichte, 1870. Dorpat; 8°. — Meteorologische Beobachtungen, angestellt in Dorpat im Jahre 1866 bis 1870. IV. & V. Jahrgang. Dorpat, 1871; gr. 8°.

Jahrbuch, Neues, für Pharmacie und verwandte Fächer, von Vorwerk. Band XXXVI, Heft 5 & 6 (1871); Band XXXVII, Heft I (1872). Speyer; 8°.

Jenzsch, Gustav, Über die am Quarze vorkommenden Gesetze regelmässiger Verwachsung mit gekreuzten Hauptaxen. Erfurt, 1870; 8°.

Landwirthschafts-Gesellschaft, k. k., in Wien: Verhandlungen und Mittheilungen. Jahrgang 1872, Nr. 6. Wien; 8°.

Lippich, Ferdinand, Theorie des continuirlichen Trägers constanten Querschnittes etc. Wien, 1871; 4°. — Fundamentalpunkte eines Systems centrirter brechender Kugelflächen. Graz, 1871; 8°.

Lipschitz, R., Untersuchung eines Problems der Variationsrechnung, in welchem das Problem der Mechanik enthalten

ist. (Aus dem Journal f. d. reine u. angewandte Mathematik. Bd. 74.) 4°.

Loomis, William Isaacs, The American and the Englishman: or Sir Willium Isaacs Loomis *versus* Sir Isaac Newton. Martindale Depot, Columbia County, 1871; 8°.

Mayr, Gust. L., Die mitteleuropäischen Eichengallen in Wort und Bild. 2. Hälfte. Wien, 1871; 8°. — Neue Formiciden. (Verhdlgn. der k. k. zool.-bot. Ges. in Wien 1870.) 8°. — Die Belostomiden. *(Ibidem.)* 8°.

Moniteur scientifique. Année 1871. 337—360° Livraisons. Année 1872. 362° Livraison. Paris; 4°.

Nature. Nr. 123, Vol. V. London, 1872; 4°.

Pollichia: XXVIII & XXIX. Jahresbericht. Dürckheim a d. H. 1871; 8°.

Plantamour, E., Résumé météorologique des années 1869 & 1870 pour Génève et le Grand Saint-Bernard. Génève; 8°.

Prestel, Das Regenwasser als Trinkwasser der Marschbewohner, etc. Emden, 1871; gr. 8°.

Pulkowa, Sternwarte: Observations de Poulkova, publiées par Otto Struve. Vol. III. St. Pétersbourg, 1870; 4°. — Jahresbericht. 1870. St. Petersburg; 8°. — *Tabulae refractionum in usum Speculae Pulcovensis congestae. Petropoli, 1870; 4°.* — Studien auf dem Gebiete der Störungstheorie. Von H. Gyldén. (Mém. de l'Acad. Imp. d. sc. de St. Pétersbourg. VII° Série, Tome XVI, Nr. 10.) 4°. — Détermination du coéfficient constant de la précession au moyen d'étoiles de faible éclat, par M. M. Nyren. St. Pétersbourg, 1870; 4°. — Von den Durchgängen der Venus durch die Sonnenscheibe. Von V. Dellen. Petersburg, 1870; 8°. (Russisch.)

Reichsanstalt, k. k. geologische: Verhandlungen. Jahrgang 1872, Nr. 4. Wien; 4°.

„Revue politique et littéraire“ et „La Revue scientifique de la France et de l'étranger“. Ire Année (2° série) Nr. 37. Paris & Bruxelles, 1872; 4°.

Società Italiana di antropologia e di etnologia: Archivio per l'antropologia e la etnologia. II° Vol., fasc. 1°. Firenze, 1872; gr. 8°.

Societas Scientiarum Fennica: Acta. Tomus IX. Helsingforsiae, 1871; 4°. Öfversigt. XIII. 1870—1871. Helsingfors, 1871; 8°. — Bidrag till kännedom af Finlands natur och folk. 17. Häftet. Helsingfors, 1871; 8°. — Bidrag till Finlands officiela Statistik. V. 1. Häftet. Helsingfors, 1869; 4°.

— *Regia, Scientiarum Upsalensis: Nova acta. Seriei tertiae. Vol. VII. Fasc. II. 1870. Upsaliae; 4°.* — Bulletin météorologique mensuel de l'Observatoire de l'Université d'Upsal. Vol. II, Nrs. 1—6. Upsal, 1870; 4°.

Société Impériale des naturalistes de Moscou: Bulletin. Année 1871. Tome XLIV, Nrs. 3 & 4. Moscou, 1872; 8°.

Westphal-Castelnau, Alfred, Catalogue de la collection de reptiles de feu M. Alexandre Westphal-Castelnau. 1869. Montpellier, 1870; gr. 8°.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXII. Jahrgang, Nr. 10. Wien, 1872; 4°.

Zeitschrift des österr. Ingenieur- und Architekten-Vereins. XXIV. Jahrgang, 3 Heft. Wien, 1872; 4°.

IX. SITZUNG VOM 21. MÄRZ 1872.

In Verhinderung des Präsidenten führt Herr Hofrath Freiherr von Burg den Vorsitz.

Se. Excellenz der Herr Curator-Stellvertreter übermittelt mit h. Erlass vom 12. März einen Auszug aus dem Berichte des k. & k. Gesandten in Washington, die Cundurango-Pflanze und deren Heilkraft betreffend.

Herr Prof. Dr. H. Hlasiwetz überreicht eine Abhandlung des Herrn Hauptmanns A. Exner: „Über die Untersalpetersäure."

Herr Prof. E. Suess übergibt eine vorläufige Mittheilung: „Über den Bau der Italienischen Halbinsel".

Herr Prof. Dr. Edm. Weiss legt eine Abhandlung vor, betitelt: „Bestimmung der Längendifferenz Wiener-Neustadt—Wien".

Herr Dr. H. W. Reichardt überreicht eine Abhandlung: „Über die botanische Ausbeute der Polar-Expedition des Jahres 1871".

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Academia Real das Sciencias de Lisboa: Memorias. Classe de Sciencias mathem., phys. e naturaes. Nova Serie. Tomo IV, Parte 2. Lisboa, 1870; 4°. Classe de Sciencias moraes, polit. e bellas-lettras. Nova Serie. Tomo IV, Parte 1. Lisboa, 1871; 4°. — Jornal de Sciencias mathematicas, physicas e naturaes. Tom. I & II. Lisboa, 1866—1870; 8°. — *Portugaliae monumenta historica. Leges: Vol. I. Fasc. 1—6; Diplomata et Chartae: Vol. I. Fasc. 1—3; Scriptores: Vol. I. Fasc. 1—3, Olisipone, 1856—1870; folio.*

Annalen der Chemie und Pharmacie von Wöhler, Liebig & Kopp. N. R. Band LXXXV, Heft 2 & 3. Leipzig & Heidelberg, 1872; 8°.

Astronomische Nachrichten. Nr. 1879—1880. (Bd. 79. 7—8.) Altona, 1872; 4°.

d'Ancona, Cesare, Malacologia pliocenica Italiana. Fascicolo I. Firenze, 1871; 4°. — Sulle Neritine fossili dei terreni terziari superiori dell' Italia centrale. Pisa, 1869; 8°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXIV. Nrs. 9—10. Paris, 1872; 4°.

Czyrniański, Emil, Chemische Theorie auf der rotirenden Bewegung der Atome basirt. (3. vermehrte Auflage.) Krakau, 1872; 8°.

Delesse et de Lapparent, Extrait de Géologie. II° Partie: Lithologie. 8°. — Lithologie der Meere der alten Welt. (Übersetzt von Herrn Hauchecorne in Berlin.) 8°.

Ecker, Alexander, Über die verschiedene Krümmung des Schädelrohres und über die Stellung des Schädels auf der Wirbelsäule beim Neger und beim Europäer. (Gratulationsschrift.) Braunschweig, 1871; 4°.

Gesellschaft, Berliner Medicinische: Verhandlungen aus den Jahren 1867 und 1868. Berlin, 1871; 8°.

— der Wissenschaften, k. sächs., zu Leipzig: Abhandlungen der mathem.-phys. Classe. IX. Band, Nr. 6. X. Band, Nr. 1—2. Leipzig, 1871; 4°. — Berichte derselben Classe. XXII. Band, Nr. 3—4; XXIII. Band, Nr. 1—3. Leipzig, 1871; 8°.

— königl. bayer. botan., in Regensburg. Flora. N. R. 29. Jahrgang. 1871. — Repertorium der periodischen botan. Literatur. VII. Jahrgang. 1870. Regensburg, 1871; 8°.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXXIII. Jahrgang, Nr. 11. Wien, 1872; 4°.

Grad, A. Charles, Examen de la théorie des systèmes de montagnes dans ses rapports avec les progrès de la stratigraphie. Paris, 1871; 8°.

Henwood, William Jory, Address delivered at the Spring Meeting of the Royal Institution of Cornwall; on the 23rd May, 1871. Truro; 8°.

Jahrbuch, Neues, für Pharmacie & verwandte Fächer, von Vorwerk. Band XXXVII, Heft 2. Speyer, 1872; 8°.

Landbote, Der steirische. 5. Jahrgang, Nr. 6. Graz, 1872; 4°.

Landau, L. R., Versuch einer neuen Theorie über die Bestandtheile der Materie und die Ableitung der Naturkräfte aus einer einzigen Quelle. Pest & Leipzig, 1871; 8°.

Leseverein, Akademischer, in Prag: Bericht für die Jahre 1868—69 und 1869—70. Prag; 8°. (Böhmisch.)

Marignac, C., De l'influence prétendue de la calcination sur la chaleur de dissolution des oxydes metalliques. (Arch. d. sc. de la Biblioth. Univ. 1871.) 8°.

Mills, Edmund J., Researches on Elective Attraction. London, 1871; 4°.

Morren, Édouard, Notice sur le *Cytisus X-purpureo-Laburnum* ou *Cytisus Adami* Poit., suivie de quelques considérations sur l'hybridité. Gand, 1871; 8°.

Nature. Nr. 124, Vol. V. London, 1872; 4°.

Pacini, Filippo, Sull'ultimo stadio del Colera asiatico o stadio di morte apparente dei colerosi e sul modo di farli risorgere. Firenze, 1871; 8°.

Patruban, C. v., Zur Lehre von den Geschwülsten der *Orbita*. (Allgem. Wiener medizin. Zeitung. Nr. 41.) gr. 8°.

Regel, E., Reisen in den Süden von Ostsibirien, ausgeführt in den Jahren 1855—1859 durch G. Radde. Botanische Abtheilung. *Monopetalae*. Bd. IV, Heft 3. Moskau, 1870; 8°. — *Supplementum II. ad enumerationem plantarum a c . Semonovio 1857 collectarum*. Fasc. I. Moskau, 1870; 8°. — *Revisio speciarum Crataegorum, Dracaenarum, Horkeliarum, Laricum et Azalearum*. 8°. — *Animadversiones de plantis vivis nonnullis horti botanici imperialis Petrepolitani*. 8°. — Die Arten der Gattung *Dracaena*. Gr. 8°. — Einfluss des Wildlings auf das Edelreis. Gr. 8°. — Formen der Entwicklung der höheren Pflanzen und deren Einfluss auf unsere Culturen. Gr. 8°.

„**Revue** politique et littéraire“ et „La Revue scientifique de la France et de l'étranger.“ Ire Année (2e Série), Nr. 38. Paris & Bruxelles, 1872; 4°.

Riccardi, P., Biblioteca matematica Italiana. Fasc. 3°. Modena, 1871; 4°.

Tessari, Domenico, Sopra la costruzione degli ingranaggi ad assi non concorrenti. (Ann. del R. Museo Industr. Italiano.) Torino, 1871; 8°.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXII. Jahrgang, Nr. 11. Wien, 1872; 4°.

Zeitschrift für Chemie, von Beilstein, Fittig & Hübner. XIV. Jahrgang. N. F. VII. Band, 17. Heft. Leipzig, 1871; 8°.



Über die botanische Ausbeute der Polar-Expedition des Jahres 1871.

Von Dr. H. W. Reichardt.

Herr Oberlieutenant Julius Payer brachte von der Polar-Expedition des Jahres 1871 eine kleine Collection von ihm gesammelter Pflanzen mit. Er widmete dieselbe dem Herbare des k. k. botanischen Hofcabinetes, und ich übernahm ihre Bestimmung. Obwohl sich in dieser Sammlung keine Arten befinden, welche für die Flora der betreffenden Gegenden neu wären, so scheint es mir doch angezeigt, über sie der hohen kais. Akademie der Wissenschaften kurz zu berichten. Denn die hohe kais. Akademie, welche die österreichische Nordpol-Expedition bestens unterstützt, hat auch ein Anrecht darauf, von den Ergebnissen ähnlicher Unternehmungen unterrichtet zu werden. Ferner ist der Umstand, dass die Herren Payer und Weyprecht das Sammeln von Naturalien, speciell von Pflanzen, auf der letzten Expedition nicht ausser Acht liessen, eine Bürgschaft dafür, dass die genannten Herren während der bevorstehenden grossen Nordpol-Expedition den naturhistorischen Objecten ebenfalls ihre Aufmerksamkeit zuwenden und so manches Interessante mitbringen werden. Endlich sind die Localitäten, an welchen Herr Payer die unten angeführten Pflanzen sammelte, botanisch sehr wenig oder gar nicht bekannt. Denn die früheren nach Spitzbergen entsendeten Expeditionen berührten hauptsächlich die westlichen und nördlichen Gestade dieser Insel, während die Polar-Expedition vom Jahre 1871 die Südostküste und die benachbarten Inseln besuchte. Es enthält also das folgende Verzeichniss neue Standorte für die Flora Spitzbergens und ist für die genauere Kenntniss derselben nicht ohne Werth.

Weil die Herren Weyprecht und Payer ihre vorjährige Polar-Expedition selbst in ausführlichen Berichten geschildert

haben, so genügt es, bezüglich der allgemeineren Verhältnisse auf diese Publicationen zu verweisen. Es sei daher zur leichteren Orientirung über die in der Aufzählung angeführten Localitäten nur Folgendes bemerkt.

Den bei weitem grösseren Theil der mitgebrachten Pflanzen sammelte Herr Julius Payer auf der Südostküste Spitzbergens an den Gestaden des Wybe-Jans-Waters (Stor Fiords) zwischen dem 77—78° nördlicher Breite. Namentlich durchforschte er in dieser Gegend die Abhänge des Belcher-Berges bis zu einer Meereshöhe von 700—1000′. Andere von der Expedition berührte Punkte, von welchen Pflanzen vorliegen, sind die Inseln unter dem Südcap, namentlich die grosse Insel dieses Archipels; endlich das östlich von Spitzbergen gelegene Hope-Eiland, über dessen sehr dürftige Vegetation sich im folgenden Verzeichnisse die ersten Daten finden.

Im Ganzen brachte Herr Julius Payer 30 Species mit; von ihnen entfallen 17 auf die Sporen- und 13 auf die Samenpflanzen.

Ich hielt es nicht für angezeigt, im Folgenden bei den einzelnen Arten literarische Nachweise zu liefern, denn sämmtliche aufgeführte Species sind den Botanikern wohl bekannt und leicht eruirbar. Eben so schien es mir bei dem verhältnissmässig geringen Umfange der von Herrn J. Payer mitgebrachten Sammlung nicht am Platze, bei jeder Art eine Übersicht ihrer geographischen Verbreitung in der arctischen Zone und allenfalls in unseren Alpen zu geben; denn solche vereinzelte Daten hätten doch kein übersichtliches Bild der polaren Flora liefern können.

Algae.

Chlamidococcus nivalis A. Br. Färbt auf der Hope-Insel und an der Südostküste Spitzbergens den Schnee der Berggehänge in weiten Strecken roth.

Lichenes.

Peltigera canina Hoffm. Auf der Hope-Insel, jedoch wie gewöhnlich im hohen Norden, unvollkommen entwickelt und steril.

Cetraria nivalis Ach. und

— *Deliseі* Th. Fr. Häufig auf der Hope-Insel.

Cladonia bellidiflora Fr. Spärlich zwischen den beiden vorhergehenden Arten auf dem Hope-Eilande.

Fungi.

Cantharellus lobatus Fr. Zwischen *Hypnum*-Arten auf der Südostküste Spitzbergens an den Gehängen des Belcher-Berges.

Musci frondosi.

Rhacomitrium lanuginosum Brid. Auf der Hope-Insel.

Splachnum Wormskioldii Hornem. Ebendaselbst.

Bryum pseudotriquetrum Schw. Bildet mit der folgenden Art und den anzuführenden Hypnen ausgedehnte Moosrasen auf dem Hope-Eilande.

Cinclidium stygium Sw. Mit dem vorigen.

Mnium punctatum Hedw. Vereinzelt auf der Hope-Insel.

Pogonatum alpinum Röm. et Schult. Auf Spitzbergen längs des Wybe-Jans-Waters am Strande.

Polytrichum sexangulare Hoppe. Auf der Südostküste Spitzbergens an den Gehängen des Belcher-Berges.

Hypnum stellatum Schreb. Auf der Hope-Insel häufig.

— *uncinatum* Hedw. Auf dem Hope-Eilande; auf Spitzbergen am Belcher-Berge.

— *cordifolium* Hedw. und

— *stramineum* Dicks. wurden gemeinschaftlich mit *H. uncinatum* gesammelt.

Gramineae.

Alopecurus alpinus Sm. Auf Spitzbergen am Belcher-Berge in einer Meereshöhe von beiläufig 1000′.

Salicineae.

Salix polaris Whlbg. An derselben Localität wie die vorige Art.

Polygoneae.

Oxyria digyna Campd. Auf dem Belcher-Berge mit den beiden vorhergehenden Species.

Saxifrageae.

Saxifraga cernua L. Auf der Hope-Insel; auf Spitzbergen am Belcher-Berge, sowie auf den Inseln unter dem Südcap.

— *nivalis* L. Auf dem Belcher-Berge Spitzbergens. Die Varietät β *tenuis* Whlbg. auf der Hope-Insel.

— *oppositifolia* L. Auf den Inseln unter dem Südcap Spitzbergens; häufig auf dem Hope-Eilande.

— *caespitosa* L. In mehreren Formen an der Südostküste Spitzbergens längs der Gestade des Wybe-Jans-Waters, auf den Inseln unter dem Südcap, endlich auf dem Hope-Eilande.

Ranunculaceae.

Ranunculus nivalis L. Auf der Hope-Insel.

— *sulphureus* Sol. β *hirtus* Malmgr. An der Südostküste Spitzbergens auf dem Belcher-Berge in einer Seehöhe von beiläufig 1000′.

Papaveraceae.

Papaver nudicaule L. Auf der Hope-Insel; ferner auf Spitzbergen an den Gestaden des Wybe-Jans-Waters.

Cruciferae.

Cochlearia fenestrata R. Br. In den Varietäten α *major* und β *minor* R. Br. auf den Inseln unter dem Südcap Spitzbergens.

Draba alpina L. An der Südostküste Spitzbergens auf dem Belcher-Berge in einer Höhe von beiläufig 1000′ über dem Meere.

Caryophylleae.

Cerastium alpinum L. Mit der vorigen Art.

Über den Bau der italienischen Halbinsel.

Von dem w. M. Ed. Suess.

Nachdem durch die Ausscheidung erst der rothen Porphyre, dann eines sehr grossen Theiles der granitischen Massen aus der Reihe der eigentlichen Centralmassen und durch ihre chronologische Einreihung in einzelne Abschnitte der Sedimentärbildungen unsere Anschauungen über den Bau der Alpen eine so wesentliche Veränderung erfahren hatten, hielt ich es für meine Aufgabe, diese Erfahrungen auf ein selbständiges Kettengebirge ausserhalb der Alpen anzuwenden, und wählte hiezu Italien. Das Bild, welches mir wiederholte Reisen von dem Baue dieser unvergleichlichen Halbinsel geschaffen haben, weicht aber so weit ab von jenem, welches ich bei Beginn dieser Arbeit zu erlangen erwartet hatte, dass es wohl gestattet sein mag, die Hauptzüge desselben mitzutheilen, bevor die ausführlichere Darstellung der Öffentlichkeit übergeben wird.

Zunächst fällt auf, dass dem ganzen Appennin im strengeren Sinne, der Kette des Gran Sasso, der orographischen Hauptlinie Italiens, jedes Gestein fehlt, welches sich den älteren und centralen Gesteinen der Alpen oder auch nur z. B. den älteren Schiefergesteinen vergleichen liesse, welche da und dort in den Südalpen, wie z. B. bei Recoaro sichtbar werden. Der Appennin verräth nicht den Bau eines den Alpen vergleichbaren Gebirges, sondern nur den einer gefalteten Nebenzone, richtiger vielleicht wegen seines Verhältnisses zum Macigno, eine Wiederholung der Klippenlinie der Karpathen im riesigsten Massstabe.

Die paläozoischen Gesteine der Alpen fehlen aber keineswegs. Durch die apuanischen Alpen, die Inseln der Westseite, die Catena metallifera und bis weit südlich von Rom zum Vor-



gebirge der Circe und der Insel Zannone hinab sind sie in kleineren und grösseren Ketten, Riffen und Fragmenten vorhanden, wie die getrennten Reste eines zertrümmerten Gebirges.

Bilden nun diese Reste wirklich die Centralkette des italienischen Gebirges? Die Frage liess sich nur im Süden entscheiden, wo an dem nordöstlichen Ende Siciliens und durch Calabrien hin krystallinische Gesteine in grosser Ausdehnung hervortreten.

Im Peloritanischen Gebirge, unweit Messina, steht Gneiss zu Tage und gegen Südwest folgt immer jüngeres Gebirge, schon vor Taormina aber konnte ich unter des Hrn. Seguenza freundlicher Leitung die Auflagerung des Rothliegenden, der Trias, der Kössener, Hierlatz, Adneter Schichten u. s. w., mit einem Worte einer Schichtreihe erkennen, welche seither von Hrn. Seguenza genau beschrieben worden ist und welche sogar den Ablagerungen der Nordalpen in vieler Beziehung ähnlicher ist, als jenen der Südalpen.

Hier befindet sich also der Schichtenkopf einer westlichen Nebenzone.

Ein Streifzug durch Calabrien überzeugte mich von der durchaus alpinen Beschaffenheit der dortigen Gebirge und bot zugleich die Möglichkeit einer Gliederung in Centralmassen. Diese sind

1. Die Masse des Aspromonte sammt der Serra San Bruno, gegen Ost vollständig, von der Meerenge von Messina durchbrochen, in Sicilien das Peloritanische Gebirge umfassend, gegen das Tyrrhenische Meer allseitig abgebrochen mit vorgelagerten Fragmenten gegen West (an der Scilla und am vaticanischen Cap). Die Bruchlinie ist die Hauptlinie der calabrischen Erdbeben.

2. Die Masse der Sila, ringsum mit vollständigem Schiefergürtel.

3. Die Masse des M. Cocuzzo, gegen West, d. h. gegen das Tyrrhenische Meer ebenfalls abgebrochen.

Als ich in Begleitung des Prof. G. v. Rath im Crati-Thale oberhalb der Stätte der alten Sybaris anlangte, da war es uns klar, dass die grosse weisse Kalkkette der Basilicata, welche schneebedeckt vor uns sich aufthürmte, den Schichtenkopf der östlichen Nebenzone darstelle. An ihrem Fusse, bei San Donato, gräbt

man Zinnober in rothem Quarzit, ganz wie im Rothliegenden der Südalpen.

Zwischen Taormina und Sybaris besteht also thatsächlich ein mächtiges Stück einer alpinen Centralkette, der Appennin bildet ihre nordöstliche, Sicilien einen Theil der südwestlichen Nebenzone und ich nehme keinen Anstand, die älteren Gesteine der Catena metallifera u. s. f. nicht nur als mineralogisch übereinstimmend, sondern als die wahre tektonische Fortsetzung dieser südlichen Axe anzusehen.

Von Palermo bis Messina und von da bis Cap Spartivento und bis Capri ist das Tyrrhenische Meer von Bruchlinien umgrenzt und noch weiter hinauf über das Cap der Circe bis Elba und Spezia hin ist das Gebirge abgesunken und zerbrochen. Unter dem Tyrrhenischen Meere liegt die tektonische Axe der italienischen Halbinsel, welche in ihrem gegenwärtigen Zustande nur die aus dem Meere und den jüngeren Ablagerungen heraufragenden Trümmer des grossen, alten Tyrrhenischen Gebirges darstellt, und so wie man bei Wien mit Recht von einer inneralpinen und einer ausseralpinen Niederung spricht und diese Ausdrücke eine massgebende Bedeutung für das Studium der jüngeren Tertiärablagerungen erhalten haben, ist in Italien z. B. die toscanische Niederung als eine innertyrrhenische, jene von Bologna als eine aussertyrrhenische anzusehen.

Betrachtet man nun von diesem Standpunkte aus die vulcanischen Erscheinungen des heutigen Italien, so zeigt sich sofort, dass bei Weitem der grösste Theil der Eruptionsstellen den Linien der Zertrümmerung zufällt, so namentlich die grosse Zone, welche aus Toscana über das Albaner Gebirge bis Rocca Monfina zu den Phlegräischen Feldern und dem Vesuv herabläuft, während gedrängtere Gruppen von Vulcanen mehr in die Mitte der Senkungsfelder gestellt sind (Ponza - Inseln, Liparische Inseln). Nur einzelne Feuerberge stehen ausserhalb dieses Gebietes, insbesondere einerseits Ätna, andererseits Vultur, beide aus Macigno aufsteigend, aber ich kann es nicht unternehmen, in dieser kurzen Note die Bedeutung dieser isolirten Ausbruchstellen darzulegen, wozu vor Allem die Schilderung der seismischen

Erscheinungen Calabriens und ihres muthmasslichen Zusammenhanges mit der Ausdehnung der Senkungsfelder erforderlich ist.

Indem diese der späteren Mittheilung vorbehalten wird, möchte ich nur noch darauf hinweisen, dass Pantellaria mit Julia und Linosa eine eigenthümliche Parallele zwischen diesem Meerestheile und dem von so vielen Eruptionsherden unterbrochenen tyrrhenischen Meere zulassen, dass aber Nachrichten über submarine Ausbrüche im Jonischen Meere in Verbindung mit den Erschütterungen, welche von diesem Meere ausgehen, auch dort ähnliche Erscheinungen voraussetzen lassen.

Nicht nur die Basalte des Vicentinischen Gebirges, sondern auch die eruptiven Gesteine der Euganäischen Berge haben hiebei vorläufig ausser Betrachtung zu bleiben, nachdem eine Untersuchung der letzteren gelehrt hat, dass sie ein viel grösseres Alter haben, als man bisher vermuthete. Auch die Euganäischen Trachyte reichen bis in die ältesten Abschnitte der Tertiärformation hinab, und genau wie die Vicentinischen Basalte lassen sie eine ziemlich genaue chronologische Gliederung innerhalb der unteren und höchstens mittleren Theile der Tertiärzeit zu. Von Wichtigkeit ist hiebei die Thatsache, dass in den Bimssteintuffen des Monte Sieve bei Battaglia, also in einer der jüngsten dieser Bildungen, die Versteinerungen des Bryozoenmergels des Val di Lonte vorkommen, welche nach ihrer Lagerung und nach den paläontologischen Untersuchungen des Herrn Prof. Reuss beiläufig in das Alter des Septarien-Thones fallen.

Der allgemeine Eindruck, welchen die Reisen in den Alpen und in Italien im Laufe der letzten Jahre auf mich hervorgebracht haben, ist der einer geringen Stabilität der grossen Gebirge. Dabei ist die Wiederholung der Erscheinungen eine sehr auffallende. Schlagend ist z. B. die Übereinstimmung des Baues zwischen Karpathen und Appennin. Auch in den Karpathen ist fast nur eine der Nebenzonen, nämlich die nördliche, sichtbar; Trümmer der Mittelzone bilden die Tatra u. s. f.; nur Spuren der südlichen Nebenzone treten hervor; in den Senkungsfeldern erscheinen anstatt der Vulcane Latiums und Neapels die ungarischen Trachyte. Immer ist es eine Wiederholung im grossen Massstabe desselben Phänomens, welches die inneralpine Niederung von Wien und ihre mit Thermen besetzten Ränder darbieten.

Auch für den Zusammenhang des Appennin mit den Alpen hat nun eine wesentlich verschiedene Anschauung zu gelten. Vor vielen Jahren hat nämlich Studer schon darauf hingewiesen, dass der westliche Theil der Süd-Alpen allmählig unter der oberitalienischen Ebene verschwinde, dass ein Theil derselben unter dieser Ebene begraben liege. Die neuen Arbeiten Gastaldi's und Anderer bestätigen dies vollkommen, und es zeigt somit die Umgebung des Golfes von Genua, wie zwei mächtige Gebirgszüge sich vereinigen und dabei die centralen Massen beider Gebirge bis auf geringe Rudimente unter das Meer oder unter die Ebene hinabsinken. Es könnte sogar die Meinung einige Begründung finden, dass die versunkene tyrrhenische Axe als die wahre tektonische Fortsetzung der im Bogen gekrümmten Axe der Alpen selbst anzusehen sei. Die tithonischen Fragmente und die Kreideformation in den Euganäischen Bergen verrathen ohnehin, dass zwischen Vicenza und dem Appennin wenigstens die höheren Stufen der mesozoischen Sedimente in Verbindung stehen.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

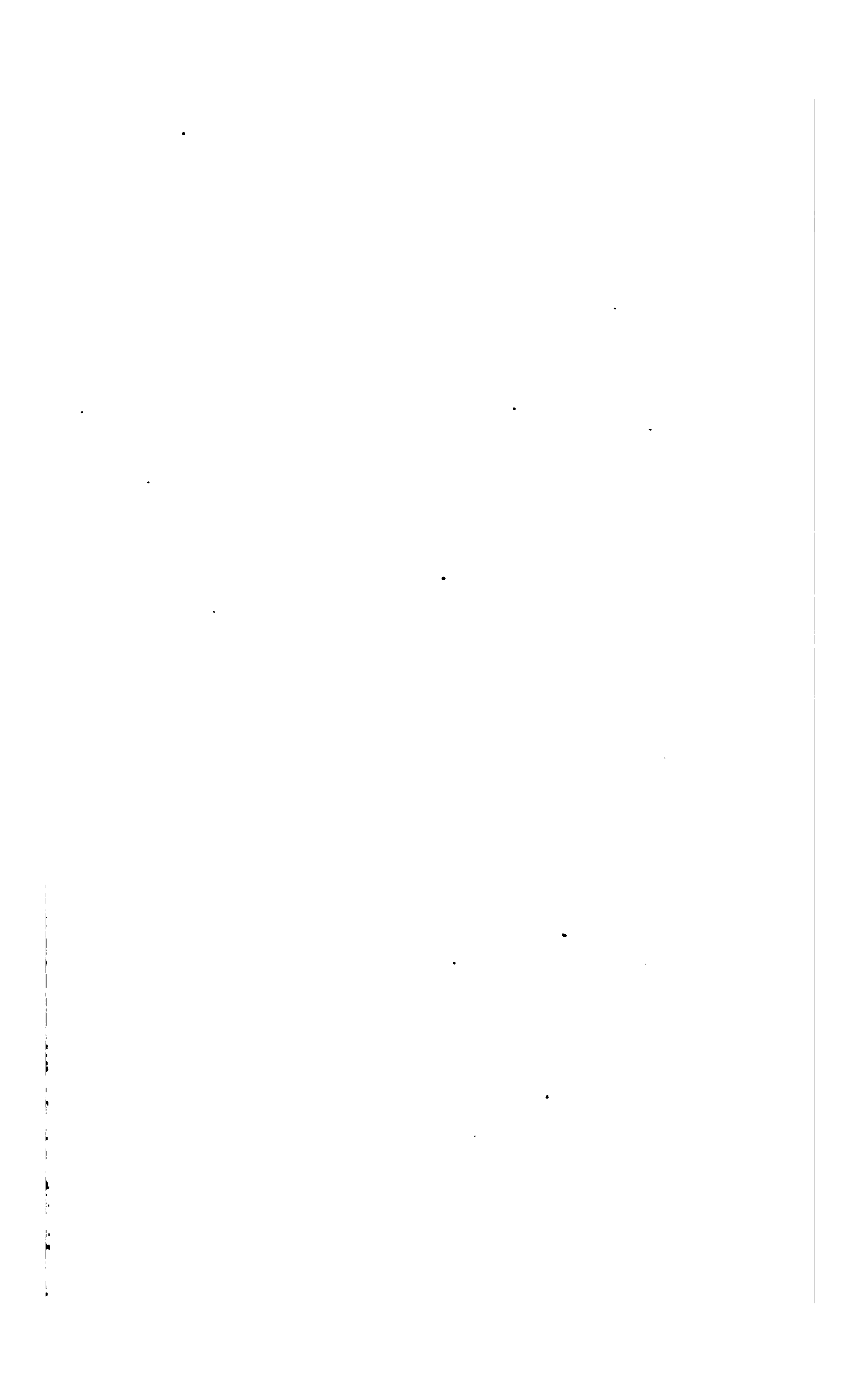
MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

LXV. Band.

ERSTE ABTHEILUNG.

4.

Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Mineralogie, Botanik, Zoologie, Geologie und Paläontologie.



X. SITZUNG VOM 11. APRIL 1872.

Herr Hofrath Dr. E. Brücke übermittelt eine Abhandlung, betitelt: „Studien über die Kohlenhydrate und über die Art, wie sie verdaut und aufgesaugt werden."

Herr Prof. A. Toepler in Graz übersendet eine für den „Anzeiger" bestimmte „vorläufige Bemerkung über eine verallgemeinerte Zerlegung der schwingenden Bewegung in periodische Componenten."

Herr Regrth. Dr. C. v. Littrow überreicht eine für die Denkschriften bestimmte Abhandlung, betitelt: „Bericht über die von den Herren Dir. C. Bruhns, Dir. W. Förster und Prof. E. Weiss ausgeführten Bestimmungen der Meridiandifferenzen Berlin—Wien—Leipzig."

Herr Dr. A. Schrauf legt die IV. Reihe seiner „Mineralogischen Beobachtungen" vor.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Anstalt, Königl. ungar. geologische: Mittheilungen. I. Band, 1. Heft. Pest, 1872; kl. 4°. — Évkönyvé. I. Kötet. 1871; II. Kötet, 1. füzet. Pest, 1872; kl. 4°.

Apotheker-Verein, allgem. österr.: Zeitschrift. 10. Jahrgang, Nr. 9—11. Wien, 1872; 8°.

Astronomische Nachrichten. Nr. 1881—1882. (Bd. 79, 9—10.) Altona, 1872; 4°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXIV, Nrs. 11—13. Paris, 1872; 4°.

Gesellschaft, Astronomische, zu Leipzig: Vierteljahrsschrift. VII. Jahrgang, 1. Heft. Leipzig, 1872; 8°.

— geographische, in Wien: Mittheilungen. Band XV (neuer Folge V.), Nr. 3. Wien, 1872; 8°.

— österr., für Meteorologie: Zeitschrift. VII. Band, Nr. 6. Wien, 1872; 4°.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXXIII. Jahrgang, Nr. 12—15. Wien, 1872; 4°.

Isis: Sitzungs-Berichte. Jahrgang 1871, Nr. 10—12. Dresden, 1872; 8°.

Istituto, R., Veneto di Scienze, Lettere ed Arti: Atti. Tomo I°, Serie IV°, Disp. 3°. Venezia, 1871—72; 8°.

Journal für praktische Chemie, von H. Kolbe. N. F. Bd. V, 3. & 4. Heft. Leipzig, 1872; 8°.

Landbote, Der steirische. 5. Jahrgang, Nr. 7. Graz, 1872; 4°.

Landwirthschafts-Gesellschaft, k. k., in Wien: Verhandlungen & Mittheilungen. Jahrg. 1872, Nr. 7—8. Wien; 8°.

Lotos. XXII. Jahrgang. Februar & März 1872. Prag; 8°.

Memorial de Ingenieros. Tomo XXV—XXVI. Madrid, 1870—1871; 8°.

Moniteur scientifique par Quesneville. 363° Livraison. Année 1872. Paris; 4°.

Museum of Comparative Zoology, at Harvard College, in Cambridge: Annual Report for 1870. Boston, 1871; 8°. — Bulletin. Vol. III, Nr. 1. 8°.

Nature. Nrs. 125—127, Vol. V. London, 1872; 4°.

Observations, Astronomical and Meteorological, made at the United States Naval Observatory during the Year 1868. Washington, 1871; 4°.

Osservatorio del R. Collegio Carlo Alberto in Moncalieri: Bullettino meteorologico. Vol. VI, Nr. 3. Torino, 1871; 4°.

Reichsanstalt, k. k. geologische: Verhandlungen. Jahrgang 1872, Nr. 5. Wien; 4°.

„Revue politique et littéraire" et „La Revue scientifique de la France et de l'étranger. Ire Année (2° série), Nrs. 39—41. Paris & Bruxelles, 1872; 4°.

Société Impériale de Médecine de Constantinople: Gazette médicale d'orient. XV° Année, Nrs. 11—12. Constantinople, 1872; 4°.

Society, The Royal Geographical, of London: Proceedings. Vol. XV, Nr. 5; Vol. XVI, Nr. 1. London, 1871; 8°.

— The American Philosophical, at Philadelphia: Proceedings. Vol. XII, Nr. 86. Philadelphia, 1871; 8°.

Verein, naturwiss., in Hamburg: Abhandlungen. V. Band, 2. Abth. Hamburg, 1871; 4°. — Übersicht der Ämter-Vertheilung und wissenschaftlichen Thätigkeit in den Jahren 1869 & 1870. 4°.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXII. Jahrgang, Nr. 12—14. Wien, 1872; 4°.

Zeitschrift für Chemie, von Beilstein, Fittig & Hübner. XIV. Jahrgang. N. F. VII. Band, 18. Heft. Leipzig, 1871; 8°.

Mineralogische Beobachtungen IV.

Von Dr. **Albrecht Schrauf.**

(Mit 1 Tafel.)

Diese vierte Reihe meiner gesammelten mineralogischen Notizen umfasst nebst einer eingehenden Untersuchung der Mineralspecies Rittingerit, auch die Studien am Axinit von Miask, dem Beryll von Takowaja, dem Aragonit von Sasbach. Dem Herrn Sectionschef im kais. österr. Ackerbauministerium Herrn Baron Schröckinger, sowie dem Herrn Prof. H. Fischer in Freiburg i. Br. bin ich für die Überlassung prachtvoll krystallisirter Vorkommnisse zu besonderem Danke verpflichtet.

XXVI. Zur Charakteristik der Mineralspecies Rittingerit.

Im Jahre 1851 wurden auf dem Geistergang an der Eliaszeche, Joachimsthal, in Begleitung von Rothgiltigerz, Silberglanz, Kobaltkies, Bleiglanz und Ganomatit kleine Krystalle eines neuen Minerals aufgefunden, welches von Zippe den Namen Rittingerit erhielt. Die Handstücke dieses älteren Anbruches zeigen die Rittingeritkrystalle sitzend auf zersetztem Gangschiefer, auf welchem Argentit und Proustit vorwiegend vorkommen; sie sind büschelförmig aggregirt und nicht selten innig mit Rothgiltigerz verwachsen.

Vor wenigen Jahren wurden neuerdings Anbrüche dieses seltenen Minerals aufgefunden, welche sich jedoch in ihren paragenetischen Beziehungen etwas von denen des älteren Vorkommens unterscheiden. Die Krystalle sind meist einzeln, zerstreut, ohne Begleitung eines anderen Silberminerals; ihre Farbe ist röther als die der Krystalle des ersten Vorkommens, auch ist ihr

Habitus nicht mehr dünntafelförmig zu nennen, indem zahlreiche Pyramiden auftreten. Ihr Muttergestein bilden die derben, dunkelgraugelben Leberkiesschwarten, auf deren rauhen, nierenförmigen, halbkugeligen Höckern die Rittingerite fest eingewachsen haften. Dies Muttergestein ist fast ident demjenigen, welches die Handstücke des Argentopyrit begleitet und welches von Tschermak (Sitzb. d. Ak. vol. 54) ausführlich beschrieben ward. Es führen nämlich meine Beobachtungen an dieser Erzunterlage des Rittingerit zu gleichem Resultate, wie die des eben genannten Forschers. Die Härte ist 4, die Dichte 4·344; Schwefel und Eisen bilden in fast gleichem Verhältniss die Substanz, nur die oberflächliche Rinde zeigt hin und wieder eine Reaction auf Kobalt; Silber ist nicht vorhanden. Die Oberfläche ist blauschwarz angelaufen, die Bruchflächen gelblichgrau, der Strich grauschwarz, und das feine ungeglühte Pulver wird nur in wenigen Partikeln vom Magnetstab angezogen. Die rauhe Oberfläche wird von Pseudomorphosen nach einem nicht mehr vorhandenen, hexagonalähnlichen Minerale (nach Pyrrhotin oder Argentopyrit) gebildet. Das Muttergestein dieser neueren Rittingeritanbrüche muss somit ebenfalls als ein Gemenge von Schwefelkies mit Magnetkies erklärt werden, welches pseudomorphisirend das früher vorhandene, vielleicht silberhaltige Mineral verdrängte, und dadurch möglicherweise zur Bildung des Rittingerit Anlass gab.

Im übrigen, was den allgemeinen mineralogischen Charakter, Theilbarkeit, Durchsichtigkeit, Härte und Glanz betrifft, stimmen die Rittingerite auch des zweiten Vorkommens vollkommen mit der anfänglichen Beschreibung dieser Mineralspecies, welche Zippe 1852 (Sitzb. d. W. Ak. vol. 9, pag. 345) gab. Die Dichte war aber bisher nicht ermittelt gewesen, auch sind über die chemischen und krystallographischen Eigenschaften nur erste annähernde Angaben vorhanden. Bezüglich dieser Verhältnisse ist es mir nun gelungen, die Charakteristik der in Frage stehenden Mineralspecies zu vervollständigen; ermöglicht ward dies durch die dankenswerthe Liberalität des Herrn Sectionschef Baron Schröckinger, welcher mir aus seiner reichhaltigen Sammlung die nöthigen Krystalle zur Verfügung stellte.

Die zur Bestimmung der Dichte und des Silbergehaltes angewendeten Krystalle waren von dem älteren Vorkommen und

wurden auf das sorgfältigste von Proustit gereinigt. Ihr Gewicht ober Wasser war 0·0045 Gr.; unter Wasser 0·0037 Gr., hieraus folgt die Dichte 5·63.

Dieselben Exemplare, auf Kohle gebracht, gaben ohne Reductionsmittel und grosse Hitze anzuwenden [1], ein Silberkorn von 0·0026 Gr.; hieraus berechnet sich der Silbergehalt zu

$$Ag = 57 \cdot 7\%.$$

Neben Silber hat Zippe l. c. noch Arsen und Schwefel als Bestandtheile unseres Minerals angegeben. Der Arsengehalt ist in der That vorhanden und sowohl auf der Kohle als im Kölbchen erkennbar. Antimon fehlt, ebenso sind keine deutlichen Anzeichen von Schwefel vorhanden, hingegen bemerkt man neben dem Arsengeruch, sowohl bei der Reduction zu Silber auf der Kohle als auch bei einer späteren Prüfung eines kleinen Splitters in Glaskolben, überaus penetrant den rettigartigen Geruch des Selens. Die wesentlichen Bestandtheile des Rittingerit müssen daher

Arsen, Selen, Silber

sein. Der hohe Silbergehalt und das Prisma von 120° circa scheinen fast darauf zu deuten, dass der Rittingerit seiner chemischen Formel nach der Gruppe des Stephanit und Polybasit verwandt ist.

Die krystallographische Untersuchung unseres Minerals hat seinerzeit Schabus durchgeführt und das Axenverhältniss

$$a:b:c:d = 36 \cdot 5764 : 36 \cdot 4055 : 71 \cdot 8910 : 1$$

gefunden. Schon der erste Anblick der Krystalle lässt vermuthen, dass die morphologische Ausbildung weitaus complicirter ist, als sie die Beschreibung von Schabus angibt. Rechnet man hiezu, dass diese Krystalle kaum 1—2 Millimeter gross sind, eine grosse Anzahl von Flächen in der Pyramidenzone auftritt, von denen nur wenige scharfe Bilder reflectiren, so darf ich wohl gestehen, dass die Entzifferung der untersuchten Krystalle in der

[1] Auch im Glaskölbchen erhält man sehr leicht ohne Hilfe eines Reductionsmittels ein Silberkorn.

Wirklichkeit weit schwieriger war, als es etwa nach den folgenden Seiten erscheinen möchte.

Die von Schabus angeführten Flächen haben die nachfolgenden Symbole und Neigungen zu $c = oP$

o	$+\frac{1}{2}P$	30°
p	$+P$	47° 36′
p'	$-P$	49° 10′
q	$6P$	81° 30′
m	∞P	91° 24′.

Zu meinen Messungen verwendete ich theils Krystalle älteren Vorkommens Nr. 1—3 und Nr. 7—8, theils Krystalle des jüngeren Anbruches Nr. 4—6. Die Winkel konnten an einzelnen Flächen genau, an anderen nur approximativ bestimmt werden. Sind auch letztere Angaben Mittel mehrerer Bestimmungen, so habe ich doch ihren Charakter als Annäherung dadurch festzuhalten gesucht, dass bei ihnen nur Grade angeführt sind, während Minuten in der nachfolgenden Tabelle nur dort stehen, wo der Reflex der Flächen in der That eine solche Genauigkeit erlaubte. Stellt man nun die in der Pyramidenzone[1] gemessenen Winkel zusammen, so lassen sich diese Zahlen nicht so ganz einfach mit den Angaben Schabus' vereinen. Ich gebe im folgenden die Normalwinkel für die beobachteten Flächen der Zonen $cpmc'$, bezogen immer auf den Anfangswerth $c = 0°$, ohne hier noch angeben zu können, ob $c = 001$ oder $00\bar{1}$ ist. Letzteres hat sich auch nicht durch diese Messungen, sondern durch andere Combinationen bestimmen lassen.

---

[1] Zonen $cm = (001)\,(110)$; $cm' = (001)(\bar{1}10)$; $c'm = (001)(1\bar{1}0)$, wobei noch keine Rücksicht auf den monoclinen Habitus genommen ist, sondern nur die Lage im rechten oder linken Quadranten angedeutet werden soll.

Krystall 2		Krystall 3		Krystall 5
cm	*cm'*	*cm*	*cm'*	*cm*
0°	0°	0°	0°	0°
			1° 20′	30°
58½°		48°	41°	
80½°		80°		80°
98½°				89°
130°		130°		99° 5′
	140°	139°	141⅓°	130° 50′
	167½°			151°
180°		178° 40′	181° 20′	

Krystall 4		Krystall 6		
cm	*cm'*	*cm*	*cm'*	*c'm*
0°	0°	0°	0°	0°
		29°	30°	30°
48° 52′	48° 28′	49°	50°	48° 30′
	58½°	59°		50°
		60°		
	79° 50′	81°		81½°
98° 50′		98° 40′	90°	90° 20′
99° 54′	99° 48′	99° 40′		99° 5′
		129° 40′	130°	130½°
130° 50′	130°	130° 50′	131° 40′	
				148½°
149° 56′	150° 35′	178° 5′	180°	178° 5′

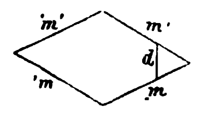
Schon eine flüchtige Betrachtung dieser Zahlenreihen lehrt, dass neben concordanten Winkeln auch zahlreiche discordante Beobachtungen vorliegen, die selbst auch dann nicht das Resultat verbessern, wenn man nach dem gewöhnlichen Schema des Mittelnehmens aus zahlreichen Beobachtungen hier verfahren möchte. Ich muss offen gestehen, dass gerade diese Untersuchung des Rittingerits mich in meiner Abneigung gegen die Methode des Mittelnehmens aus guten und hierzu combinirten schlechten Beobachtungen bestärkt hat; indem in diesem Falle auch nur der von mir immer bevorzugte Vorgang: „vorzugsweise nur die bestausgebildeten Flächencombinationen zur Rechnung zu

benützen" zur Erkennung des wahren morphologischen Baues beitrug.

Ehe ich die Discussion über die Flächen der Pyramidenzone weiterführen kann, sind noch zwei Fundamentalwerthe des Systems, nämlich *mm'* und *ac* zu bestimmen.

Den Prismenwinkel $mm' = 110:\bar{1}10$ hat Schabus zu 126° 18′ angegeben. Aus der obigen Tabelle der Pyramidenzone ersieht man, dass die Fläche *m* nicht vorherrscht. Sie ist in der Natur nur sehr schmal ausgebildet. Unmöglich wird dadurch die Messung des Winkels *mm'* am Reflexionsgoniometer. Zur Bestimmung dieses Winkels benützte ich daher ein Wappenhans'sches Mikroskop, welches einen vollkommen justirbaren Objecttisch mit drehbarem Limbus besitzt. Ich habe in meiner Abhandlung über Labradorit (Sitzb. d. W. Ak. 1869) Instrument und Messungsmethode bereits beschrieben.

Um den Winkel *mm'* möglichst genau zu erhalten, wurden mehrere Krystalle theils frei, theils eingekittet zwischen Glasplatten gemessen.



Krystall I, flachtafelförmig, zeigt neben den Prismenflächen noch die Abstumpfung durch ein Doma *d*. Seine Pyramidenwinkel wurden nicht gemessen, *mm'* ward bestimmt, nachdem er zwischen Glas eingekittet war. Es waren die Ablesungen am

Horizontalfaden	Verticalfaden
$mm' = 56°$	$55^1/_2°$
$md = 151°$	$151^1/_2°$
$m'd = 153^1/_2°$	$153°$

Fast dasselbe Resultat gibt der früher schon gemessene Krystall 2, welcher ebenfalls eine domatische Abstumpfung des spitzen Eckes *mm'* hat. Dieser ward, ohne ihn einzukitten, gemessen.

Krystall 7, eingekittet, zeigt alle 4 Prismenkanten.

$$m\ 'm = 124^1/_2° \qquad 'm\ 'm' = 55^1/_2°$$
$$'m'\ m' = 56° \qquad m'\ m = 124°.$$

Krystall 8. Derselbe zeigte sehr flache Pyramiden, daher auch nur verwaschene Ränder von *c*(001) und es war deshalb weniger scharf auf das Fadenkreuz einzustellen. Die Fläche *c* zeigt ähnlich der Figur 3*a* Streifungen parallel der Kante *cp* und in der Mitte eine Erhöhung, so dass *cc'* einen kleinen Winkel bilden.

Die Flächen glänzen sehr schwach; der Krystall ward deshalb am Reflexionsgoniometer nicht gemessen, sondern eingekittet.

$$mm' = 56°.$$

Am Schlusse habe ich den schon goniometrisch bestimmten Krystall 3, ohne ihn einzukitten, unter das Mikroskop gebracht und fand an ihm

$$mm' = 56^3/_4°.$$

Aus diesen Messungen ist ein Werth

$$mm' = 124° \, 20'$$

ableitbar; derselbe wird auch der folgenden Rechnung zu Grunde gelegt werden.

Überdies sieht man, dass die kleine Abstumpfung *d* ziemlich symmetrisch nach *m* und *m'* liegt, in Folge dessen sie wirklich einem Doma und nicht etwa einer nahe an *b*(010) liegenden Pyramide, wie solche z. B. am Azurit und Epidot vorkommen, zugehört.

Für die Neigung der Axenebenen oder für den Winkel *ac* lassen sich keine directen Messungen angeben. Es ist dies sehr misslich, indem jede indirecte Rechnung dieser Neigung weniger Sicherheit darbietet als die directe Messung, namentlich in einem dem vorliegenden ähnlichen Falle, wo die Neigung nur wenig von 90° abweicht. Die vorliegenden Messungen aus Krystall 4 und 6 geben wohl $cm = 90^1/_8°$, allein dieselben sind nicht vollkommen scharf. Genauer ist die Neigung durch die Messung des Krystall 3 zu bestimmen. Dieser zeigt auf der *c*-Fläche Streifung parallel den Kanten $c^I p^I$ und $c^{II} p^{II}$ (vergl. Fig. 3, 3*a*) und in der Mitte eine auf Zwillingsbildung deutende Trennungslinie der Flächen $c_I c_{II}$, welche einen ausspringenden Winkel

$$c_I : c_{II} = 1° \, 20'$$

bilden. Adoptirt man die Erklärung, dass ein Juxtapositionszwilling vorliegt, dessen Zwillingsaxe normal zu $a(100)$ $\infty\bar{P}\infty$ ist, so vermag man den obigen Winkel abzuleiten aus

$$a_{\text{I}} : a_{\text{II}} = 180°; \; a_{\text{I}} : c_{\text{I}} = a_{\text{II}} : c_{\text{II}} = 89°40'; \; c_{\text{I}} : c_{\text{II}} = 179°20',$$

woraus die Neigung der schiefen Axen XZ zu $\eta = 90°40'$ folgt.

Ein ähnliches Resultat scheint auch Krystall 4 zu liefern. An ihm sind in der Pyramidenzone zwei Winkel scharf zu messen:

$$c_{\text{I}} : q_{\text{I}} = 99°54' \quad c_{\text{I}} : q_{\text{II}} = 98°48',$$

also $q_{\text{I}} : q_{\text{II}} = 1°6'$. Auch dieses deutet auf eine Neigung $90°\ 38'$.

Aus diesen gesammelten Daten kann man mit ziemlicher Sicherheit schliessen, dass

$$cm = 89°30' \qquad ac = 89°26'$$

sei. Man erkennt ferner aus der obigen Zeichnung (Fig. 3_a) des Zwillings Krystall 4, dass die Neigung der schiefen Axen in die Ebene der kleinsten Diagonale des Prisma fällt, und dass die grössere Diagonale zugleich Axe der Symmetrie ist.

Wir erhalten somit für die folgenden Rechnungen die Grundannahmen (vgl. Projection Fig. 1)

$$\begin{aligned} am &= 100 : 110 = 27°50' \\ bm &= 010 : 110 = 62°10' \\ ac &= 100 : 001 = 89°26' \\ bc &= 010 : 001 = 90° \\ cm &= 001 : 110 = 89°30'. \end{aligned}$$

Auf diese Daten gestützt ist es möglich, durch Benützung der besten Messungen am Krystall 4 das Parameterverhältniss des Rittingerits abzuleiten. Die vollkommen scharfen Reflexe ergaben

$$\begin{aligned} cp' &= 48°52' \\ cq_{\text{I}} &= 99°54' \\ cq_{\text{II}} &= 98°48', \end{aligned}$$

während der Winkel

$$cp = 48°28'$$

etwas weniger scharf gemessen werden konnte.

Nimmt man c für 001, p' für $\bar{1}11$, so rechnet man aus $cp' = 48°52$ für p (111) den Winkel

$$cp = (001)(111) = 48°18^1/_2{}'; \text{ beob. } 48°28'.$$

Wichtiger ist aber die Verwendung der zwei Winkel 98°48′ und 99°54′. Da auf c kein ausspringender Winkel bemerkbar ist, so kann man ein solches Aneinanderliegen zweier Flächen in einer Zone nur durch den Zwillingsbau und zwar durch die Annahme einer Drehungsaxe normal zu 001 erklären [1]. Rechnet man mit Zugrundelegung dieses Zwillingsgesetzes und der bisher gefundenen Zahlen aus cq_{I} und cq_{II} die Indices für q_{I} und q_{II}, so folgt aus

$$c_I q_I = (001)(hkl) = 80°6' = 180° - 99°54'$$
$$q_I = 15.963 : 15.963 : 1$$
$$c_{II} q_{II} = (00\bar{1})(hk\bar{l}) = 81°12' = 180 - 98°48'$$
$$q_{II} = 16.181 : 16.181 : 1.$$

Es zeigt dies 1) dass die Winkel 98°48′ und 99°54′ entstanden sind durch eine Zwillingsverwachsung parallel 001 (oP) und dass 2) sie wirklich Pyramiden einerlei Index angehören. Ihr wahrscheinlichster Index (16·16·3) verlangt

$$cq = (001) : (16 \cdot 16 \cdot 3) = 80°6' \quad \text{beob. } 80°6'$$
$$c'q' = (00\bar{1}) : (16 \cdot 16 \cdot \bar{3}) = 81°6' \quad \text{beob. } 81°12'.$$

Die Richtigkeit der bisherigen Rechnung lässt sich durch zwei bisher noch nicht discutirte Beobachtungen beweisen.

Der Krystall 2 hat ähnlich dem Krystall 1 ein sehr kleines Doma, von welchem die Flächen d (ohl) und d' ($oh\bar{l}$) beobachtet wurden. Es ergaben sich in dieser Zone die Winkel

$$cd = 70^1/_2{}°$$
$$dd' = 39^1/_2{}°$$
$$cd' = 110° = 180° - 70°.$$

Rechnet man aus den früheren Daten den Index dieses Doma, so erhält man den Index von

$$d = 0 : 15 \cdot 86 : 3.$$

---

[1] Früher hatten wir das andere Gesetz: Zwillingsaxe normal auf 100.

Der Index (0·16·3) verlangt $cd = 70°32^1/_2'$; beobachtet ward 70° — 70°30'. Es stimmt der Index dieses Doma somit mit dem der steilen Pyramide (16·16·3), welche ebenfalls an diesem Krystall auftritt.

An dem Krystall 4 konnte mit einiger Genauigkeit der Winkel $pp' = (111)(\bar{1}11) = 83°15'$ beobachtet werden [1]. Die Rechnung verlangt $83°5^1/_2'$.

Durch diese ziemlich langwierige Discussion mussten die wesentlichsten morphologischen Daten auf ihre gegenseitige Übereinstimmung geprüft werden, ehe es möglich war, zur Berechnung des Parametersystems überzugehen. Es ist (vergl. Projection Fig. 1)

$$a:b:c = 0·52812:1:0·52934 \quad \eta = 90°34'.$$

am	=	27°50'	$a(10\bar{1})$		45°13'
$c_I c_{II}$	=	1° 8'	$cd(0·16·3)$	=	$70°32^1/_2'$
ac	=	89°26'	ap	=	$48°^1/_2'$
cm	=	89°30'	$a\pi$	=	48°44'
$c(011)$	=	27°57'	$b\pi$	=	69°25'
		c (001)			$c'(00\bar{1})$
f 115	=	12°45'	φ $11\bar{5}$	=	12°48'
o 112	=	$29\ 25^1/_2'$	ω $11\bar{2}$	=	29°40'
e 334	=	40° 9'	η $33\bar{4}$	=	40°35'
p 111	=	$48°18^1/_2'$	π $11\bar{1}$	=	48°52'
r 332	=	59°10'	ρ $33\bar{2}$	=	$59°54^1/_2'$
q 16·16·3	=	80° 6'	ϑ $16·16·\bar{3}$	=	81° 6'
m 110	=	89°30'	m' 110	=	90°30'.

Mit Hilfe dieser Zahlenreihe gelingt es, die morphologischen Verhältnisse der gemessenen Krystalle zu erläutern. Ich habe, um die am Krystall beobachtete Anordnung der Pyramidenflächen in ihrer Aufeinanderfolge sichtbar zu machen, dieselben schematisch, gleichsam in linearer Projection, auf eine Fläche b(010) in den Figuren 2—6 dargestellt.

Krystall 2; derselbe, in Fig. 2 dargestellt, ist ein einfacher Krystall.

---

[1] Bei Schabus 96°20'.

Beobachtet	Gerechnet
$cr = 58^1/_2{}^\circ$	59°10′
$cq = 80^1/_2{}^\circ$	80° 6′
$c\tilde{s} = 98^1/_2{}^\circ$	98°54′
$c\pi = 130^1/_2{}^\circ$	131° 8′
$cc' = 180^\circ$	180°
$ce' = 140^\circ$	139°51
$cf' = 167^1/_2{}^\circ$	167°15′
$cd = 70^1/_2{}^\circ$	70°32′
$cd' = 110^\circ$	109°28′.

Krystall 3 (Fig. 3) ist ein Zwilling, dessen Drehungsaxe normal zu 100 $\infty P\infty$ ist. Derselbe hat auf der Oberseite einen ausspringenden Winkel, während die Unterseite keinen einspringenden Winkel erkennen liess, sondern das untere *c* parallel zu einem *c* der oberen Seite gefunden ward. Es ergibt sich hieraus, wie auch die Figur durch die Schraffirung angedeutet, eine nicht vollkommen symmetrische Zwillingsverwachsung, deren Anomalie auch auf die Winkel zurückwirkt.

Beobachtet	Gerechnet
$c_{I}p = 48^\circ$	48°18′
$c_{I}q = 80^\circ$	80° 6′
$c_{I}r = 139^\circ$	139°25′
$c_{I}p_{II} = 130^\circ$	130°33$^1/_2$′
$c_{I}c'_{II} = 178^\circ 40'$	178°52′
$\dot{c}_{I}c_{II} = 1^\circ 20'$	1° 8′
$c_{II}c'_{II} = 180^\circ$	180°
$c_{I}e_{II} = 41^1/_3{}^\circ$	41°17′
$c_{I}\eta_{II} = 141^\circ$	140°33′.

Der Krystall 4 ist von dem eben untersuchten Krystall 3 vollkommen durch seinen Zwillingsbau unterschieden. Er ist ein ziemlich normal gebildeter Zwilling, entstanden durch Drehung um eine Normale auf 001 (*oP*) und durch Juxtaposition zweier fast gleich grosser Hälften (vgl. Fig. 4).

	Beobachtet	Gerechnet
$cp =$	48°28′	49°18½′
$cr =$	58½°	59°10′
$cq =$	79°50′	80° 6′
$cq_{II} =$	99°48′	99°54′
$cp_{II} =$	130°	131°41½′
$co_{II} =$	150°35′	150°35′
$c\pi' =$	48°52′	48°52′
$cq' =$	99°54′	99°54′
$c\tilde{s}'_{II} =$	98°48′	98°54′
$c\pi'_{II} =$	130°50′	131° 8′
$c\omega'_{II} =$	149°56′	150°20′.

An dem Krystall 5 konnte nur eine Zone gemessen werden, da derselbe zersplitterte. Derselbe ist einfach

	Beobachtet	Gerechnet
$co =$	30°	29°25½′
$cq =$	80° 5′	80° 6′
$cm =$	89°	89°30′
$c\tilde{s} =$	99° 5′	98°54′
$c\pi =$	130°50′	131° 8′
$c\omega =$	151°	150°20′.

Die grössten Schwierigkeiten bietet einer genügenden Erklärung der Krystall 6 (vgl. Fig. 6_a Fig. 6_b), Der Habitus der Flächen c_I und c'_I c'_{II} ist dem des Krystalls 3 gleich. c'_I c'_{II} bilden einen ausspringenden Winkel, während an der entgegengesetzten Seite nur eine Fläche c sichtbar ist. Man muss somit annehmen, dass für einzelne Partien des Krystalls eine Zwillingsverwachsung nach (100) $\infty\bar{P}\infty$ eintritt. Man sieht jedoch bei näherer Betrachtung der Pyramidenzone mehrere einspringende Winkel, welche ebenfalls von Zwillingsbildung herrühren. Den einspringenden Winkeln und den Messungen zufolge ist der Krystall mindestens ein Vierling. Drei Lamellen sind parallel 001 (oP) verwachsen, während sich an die dritte Lamelle eine kleine Lamelle vom Individuum 4 parallel 100 $\infty\bar{P}\infty$ angelagert hat. Es ist somit in der Zone (001) (111)

Beobachtet	Gerechnet
$co = 29°$	$29°25\frac{1}{2}'$
$cp = 49°$	$48°18\frac{1}{2}'$
$cr = 59°$	$59°10'$
$cp_{II} = 60°$	$59°54\frac{1}{2}'$
$c\tilde{s}_{II} = 81$	$81°\ 6'$
$cq_{II} = 99°40'$	$99°54'$
$cs_{III} = 98°40'$	$98°54'$
$c\pi_{III} = 130°50'$	$131°\ 8'$
$c\pi_{IV} = 129°40'$	$130°$
$c_I c_{IV} = 178°\ 5'$	$178°52'$
$c_{IV}\pi_{IV} = 49°25'$	$48°52'$.

Die nebenanliegende Zone (001) $(1\bar{1}1)$ lieferte (Fig. 6_a)

Beobachtet	Gerechnet
$cp = 48°30'$	$48°18\frac{1}{2}'$
$c\omega_{II} = 30°$	$29°40'$
$c\pi_{II} = 50°$	$48°52'$
$cs_{II} = 81\frac{1}{2}°$	$81°\ 6'$
$cm_{II} = 90°20'$	$90°30'$
$c\tilde{s}_{III} = 99°\ 5'$	$98°54'$
$c\pi_{III} = 130\frac{1}{2}°$	$141°\ 8'$
$co_{IV} = 148\frac{1}{2}°$	$149°26\frac{1}{2}'$
$cc_{IV} = 178°\ 5'$	$178°52'$
$c_{IV}o_{IV} = 29°35'$	$29°25'$.

Die gegenüberliegende Zone (001) $(\bar{1}11)$ lieferte

Beobachtet	Gerechnet
$c\pi = 50°$	$48°52'$
$co_{II} = 30°$	$29°25\frac{1}{2}'$
$cm_{II} = 90°$	$89°30'$
$c\pi_{II} = 130°$	$131°\ 8'$
$cp_{III} = 131°30'$	$131°41\frac{1}{2}'$
$c_I c_{III} = 180°$	$180°$.

Solche complicirte Zwillingsverwachsungen kommen am Rittingerit wahrscheinlich nicht sehr selten vor, denn unter den

auf den Handstücken aufsitzenden Krystallen haben die Mehrzahl einspringende Winkel in ihrer Pyramidenzone gezeigt.

Um nun die gewonnenen morphologischen Daten auch deutlich zu versinnlichen, habe ich die wichtigsten Vorkommnisse schematisch dargestellt.

Fig. 7 stellt einen möglichst symmetrischen Krystall dar mit den Flächen

c	o	p	r	q	m	$\tilde{\vartheta}$	π	ω	d
001	112	111	332	16·16·3	110	16.16.$\bar{3}$	11$\bar{1}$	11$\bar{2}$	0.16·3
oP	$\frac{1}{2}P$	P	$\frac{3}{2}P$	$\frac{16}{3}P$	∞P	$-\frac{16}{3}P$	$-P$	$-\frac{1}{2}P$	$\frac{16}{3}\breve{P}\infty$
p'	d'	$d^{\frac{1}{2}}$	$d^{\frac{1}{3}}$	$d^{\frac{3}{32}}$	m'	$b^{\frac{3}{32}}$	$b^{\frac{1}{2}}$	b'	$e^{\frac{3}{16}}$

Fig. 8 einen Zwilling nach 001 (oP).

c	ω	π	$\tilde{\vartheta}$	p	o
001	11$\bar{2}$	11$\bar{1}$	16·16·$\bar{3}$	111	112
oP	$-\frac{1}{2}P$	$-P$	$-\frac{16}{3}P$	P	$\frac{1}{2}P$
p'	b'	$b^{\frac{1}{2}}$	$b^{\frac{3}{32}}$	$d^{\frac{1}{2}}$	d'

Fig. 9 einen Zwilling nach 100 $\infty\bar{P}\infty$

c	e	p	q	π	η
001	334	111	16·16·3	11$\bar{1}$	334
oP	$\frac{3}{4}P$	P	$\frac{16}{3}P$	$-P$	$-\frac{3}{4}P$
p'	$d^{\frac{2}{3}}$	d'	$d^{\frac{3}{32}}$	$b^{\frac{1}{2}}$	$b^{\frac{2}{3}}$

Schliesslich muss ich erwähnen, dass ich das vorliegende Material, worunter sich einzelne ziemlich gut durchsichtige Platten nach 001 befanden, zu benützen versuchte, um die optischen Eigenschaften zu bestimmen. Im Mikroskop erkennt man leicht, dass die optischen Hauptschnitte parallel den Diagonalen der plattenförmig entwickelten Fläche c (001) liegen, allein auch die Anwendung sehr dicker Quarzkeile gab keine Interferenzcurven. Man kann deshalb auch keinen Schluss auf die relative Grösse der Hauptschwingungsaxen machen, sondern erkennt nur das Vorhandensein sehr starker Doppelbrechung. Ebenso konnte weder in Luft noch mittelst der Methode der Immersion in Öl im Mikroskop bei Anwendung der Platten parallel c (001) ein Axenbild gesehen werden. Das Material ist theils zu klein, theils zu wenig vorhanden, theils zu spröde, um die Herstellung anders

orientirter Platten zu gestatten, und so kam es, dass ich die Frage nach der Orientirung der optischen Axen unbeantwortet lassen musste.

XXVII. Nachtrag zu Caledonit und Linarit.

In meiner früheren Abhandlung über diese Minerale (Mineralogischen Beobachtungen III. Reihe) sind einige Druckfehler, die ich nach folgendem zu verbessern ersuche.

Pag. 54 (175) Zeile 4 von unten: $\frac{8}{3}P\frac{4}{3}$ statt $\frac{8}{3}P\frac{8}{3}$.
„ 55 (177) „ 3 „ oben: $\frac{1}{6}P\frac{1}{6}$ „ $\frac{1}{4}P\frac{1}{6}$.
„ 55 (177) „ 4 „ „ $\frac{1}{11}P\frac{1}{10}$ „ $\frac{1}{11}P\frac{1}{11}$.

Pag. 63 (185) Zeile 7 von unten ist eine Auslassung des Tabellenkopfes erfolgt und in Folge dessen die Winkel von *b* in die Columne von *a* gerückt worden. Ich wiederhole daher

	a	*b*	*c*	*m*
s 223	56° 2′	53° 3½′	54° 40′	34° 51½′
r 111	51° 59′	48° 17½′	64° 34·½′	24° 57′
t 221	48° 41½′	44° 16′	76 24′	13° 17′

Ebenso ist einige Zeilen tiefer zu lesen:

$$r_i(\bar{1}01) : a'(\bar{1}00) = 34° 51' 5 \text{ statt } 51·5.$$

Die von mir am Caledonit von Rézbánya beobachteten Zwillingscombinationen monocliner Formen ist an den Krystallen von Leedhills, die ebenfalls in Begleitung von Linarit vorkommen, deutlich wahrzunehmen. Herr Prof. Reuss hatte die Freundlichkeit, mir ein kürzlich von ihm acquirirtes Handstück zu zeigen, auf welchem ziemlich grosse Krystalle des Caledonits sassen; letztere sind vorherrschend blos von den Flächen 100, 001, 110 gebildet und der einspringende Winkel auf den Prismenflächen beinahe schon mit freiem Auge sichtbar.

XXVIII. Axinit von Miask.

Die reichhaltigen Schätze, welche die ehemals herzoglich Leuchtenberg'sche Mineraliensammlung, jetzt der k. bairischen

Staatssammlung in München einverleibt, in sich fasst, übten seit Jahren ihre Anziehung auf mich. Dank der überaus freundlichen Liberalität der Herren Conservatoren Herrn Professor Kobell und Dr. Frischmann verliess ich auch nie München, ohne meinem Notizbuche einige mineralogische Curiosa einverleibt zu haben. Die eben erschienene Beschreibung der Sammlung von Herrn Prof. Kobell hebt wohl die merkwürdigsten Vorkommnisse aus der Fülle des grossen Materials hervor; da ich aber schon seit längerem mich mit der Mineralspecies Axinit beschäftige, so wird man es für gerechtfertigt halten, wenn ich über die in der königl. bairischen Staatssammlung zu München befindlichen Axinite von Miask, nach meinen im Jahre 1871 gemachten Reisenotizen ausführlicher berichte.

Die unter Nr. 7500—7502 in der Sammlung befindlichen Handstücke Axinits waren ehemals in der Leuchtenberg'schen Sammlung. Als ihr Fundort ist angegeben: das linke Ufer des Flüsschens Oui, 1 Werst von der Poliakowk'schen Grube und 55 Werst von der Hütte Miask. Zwei der Handstücke sind minder werthvoll. Das Muttergestein derselben ist Quarz, worin schnurweise derber halbkrystallisirter Axinit von nelken- bis fleischröthlicher Farbe sitzt. Ein Prachtexemplar, vielleicht der grösste und schönste Axinitkrystall, den ich bisher gesehen, ist das Handstück 7500. Es ist dies ein loser Krystall von etwa Zollgrösse, von graubrauner, zirkon- (malakon-)ähnlicher Farbe, dessen oberer und vorderer Theil die Axinitform in scharfer Ausbildung zeigt, und nur der untere Theil, wo die Verbandstelle mit dem Muttergestein war, ist verbrochen.

Der Krystall ergab sich im wesentlichen (vergl. Fig. 10) als eine Combination der Flächen

c	h	l	u	M	w	r	m	o	f
001,	113,	112,	111,	110,	$\bar{1}\bar{1}1$	$1\bar{1}1$	$1\bar{1}0$	$\bar{3}11$	$3\bar{1}0$

Y	q	μ
$\bar{2}01$	$\bar{3}\bar{1}1$	$\bar{1}31$.

Von diesen Flächen sind die meisten für mich wohl ohne Messung durch ihre Lage und Ausbildung schon erkennbar gewesen. Neu war mir aber eine an der rechten Seite des Kry-

stalles auftretende Fläche, während doch sonst die Axinite die Flächen *d*, *t*, *k*, *n*, an der linken Seite zeigen.

Einige Messungen mit dem Handgoniometer konnte ich vornehmen, und dadurch die Lage dieser von mir mit μ bezeichneten Fläche einigermassen sicher stellen.

Rechnet man nach dem von mir im ersten Hefte meiner mineralogischen Beobachtungen angegebenen Parameterverhältnisse des Axinits

$$a : b : c = 1{\cdot}15542 : 1 : 0{\cdot}86415$$
$$\xi = 96° 57' \quad \eta = 98° 52' \quad \zeta = 103° 2'$$

die nothwendigen Winkel

$cu = 44° 34'$	$au = 49° 38'$
$ub = 47° 4'$	$bs = 75° 8'$
$\angle cbu = 33° 32^1/_2{}'$	$\angle Mcm = 98° 9'$
$cb = 80° 42^1/_2{}'$	$\angle ucb = 35° 12^1/_2{}'$
$ce = 45° 11^1/_2{}'$	$\angle m'cb = 46° 38^1/_2{}'$
$be = 53° 31^1/_2{}'$	$\angle \sigma bc = 39° 53'$
$b\sigma = 91° 28^1/_2{}'$	$\angle \sigma bu = 73° 25^1/_2{}'$,

so folgt, unter der Voraussetzung, dass die Indices gelten für μ nach der Aufstellungsmethode von Schrauf

$$\mu = \bar{1}31 = 3{,}\breve{P}3 = c_{\frac{1}{3}} f_{\frac{1}{2}} g'$$

nach dem Parameterverhältnisse von Rath

$$\mu = \bar{1}9\bar{2} = \tfrac{9}{2}\breve{P}_{,}9 = b_{\frac{1}{9}} d_{\frac{1}{10}} g_{\frac{1}{2}}$$

nach der Aufstellung von Descloizeaux

$$\mu = 3\bar{1}4 = \tfrac{3}{4}{,}\bar{P}3 = c_{\frac{1}{2}} b_{\frac{1}{4}} h_{\frac{1}{4}}$$

die nachfolgende Vergleichstabelle zwischen Beobachtung und Rechnung

	Beobachtet
$c\mu = 63° 1^1/_3{}'$	60°—63°
$b\mu = 23° 50'$	
$u\mu = 44° 58^1/_2{}'$	43°—45°
$\sigma u = 131° 22'$	130°
$\sigma\mu = 88° 40'$	90°.

Diese zwei letztangeführten Winkel zeigen, dass auf der Rückseite des Krystalls eine Fläche *a* vorhanden ist. Ich habe dieselbe, obgleich sie in der Natur ziemlich gross ausgebildet war, nicht in die construirte Figur aufgenommen, welche nur nach dem mehr symmetrischen Vordertheil gezeichnet ward. Die Rückseite ist nämlich etwas verbrochen, und an der Stelle, wo symmetrisch zum Vordertheil eine Fläche $r'(\bar{1}1\bar{1})$ auftreten sollte, fehlt *r'* und tritt statt derselben eine grosse Fläche $\bar{a}(\bar{1}00)$ auf. Die Combinationskanten dieser Fläche $\bar{a}$ zu den kleinen Flächen *f*, *o*, *q* sind nicht genau zu bestimmen, indem ein einspringender Winkel an jener Stelle ist, wo in der Figur die Fläche *m* gezeichnet erscheint. Möglich wäre, dass hier ein Zwilling vorliegt, doch weisen die Messungen der Fläche $\bar{a}$ eine ziemlich normale Lage an. Die Zwillingsaxe müsste daher normal auf *a*(100) sein, ähnlich wie auch das Gesetz für die Sphenzwillinge lautet; doch mangeln mir nähere Daten in meinen Aufschreibungen, um dies genauer zu bestimmen.

Der Habitus dieser Krystalle von Miask ist dem der Axinite von Poloma am nächsten stehend. Die erste Notiz über das Auftreten des Axinits in Sibirien verdanken wir G. Rose, welcher in seiner Reise nach dem Ural, vol. II, pag. 32 und pag. 500 dasselbe erwähnt. Der von ihm angegebene Fundort war Berkutskaja Gora bei Miask.

XXIX. Homöomorphie von Axinit und Glauberit.

Ich habe in meinen Abhandlungen über Axinit die bisher üblichen Flächenbezeichnungen für dieses Mineral nicht beibehalten, sondern eine neue Aufstellung angewendet, um die Ähnlichkeit der Formen des Axinits mit denen des Sphen besser hervortreten zu lassen. Nach Drucklegung dieser ersten Reihe Min. Beob. habe ich eine weitere Thatsache aufgefunden, welche geeignet ist, meine Wahl für die Aufstellung des Axinits zu rechtfertigen. Es existirt nämlich eine Homöomorphie des triclinen Axinits mit dem monoclinen Glauberit. Es coincidiren, soweit dies eben die Grenzen zweier verschiedener Krystallsysteme erlauben, die Flächen

am Glauberit .. $a(100)$; $c(001)$ $s(111)$ $n(11\bar{1})$ $m(110)$
am Axinit ..... $a(100)$; $c(001)$ $\begin{cases} u(111) \\ r(1\bar{1}1) \end{cases}$ $\begin{cases} e(11\bar{1}) \\ w(\bar{1}\bar{1}1) \end{cases}$ $\begin{cases} M(110) \\ m(1\bar{1}0) \end{cases}$.

Ebenso sind auch die Winkel analog

Glauberit Miller	Axinit Schrauf
$cm = 75° 45'$	$cM = 77° 18'$
$mm\,(110)(\bar{1}10) = 83° 30'$	$Mm\,(110)(\bar{1}10) = 82° 4^1/_2{}'$
$cs = 43° 11'$	$\begin{cases} cu = 44° 34' \\ cr = 45° 5' \end{cases}$
$ss' = 63° 40'$	$ur = 64° 20'$
$cn = 60° 52'$	$cw = 60° 29'$.

Ebenso ist auch die Formausbildung beider Mineralien ähnlich, indem sowohl beim Glauberit (vgl. Fig. 525 in Miller's Mineralogy) als auch beim Axinit (vgl. meinen Atlas der Krystallformen, Tafel 25) grösstentheils die Pyramidenflächen vorwalten.

Diese eben betrachtete Homöomorphie ist ein neues Beispiel für die Formähnlichkeit von Substanzen, deren chemische Eigenschaften eine solche a priori nicht ahnen lassen. Die Existenz solcher Analogien habe ich schon in der früheren dritten Reihe meiner mineralogischen Beobachtungen bei Gelegenheit der Vergleichung von den ebenfalls isomorphen Mineralien Azurit und Epidot hervorgehoben.

XXX. Beryll.

Den Formenreichthum der Berylle Sibiriens hat Naumann und Kokscharow geschildert, für die Krystalle von Elba gelten die Beobachtungen von Hessenberg, von Rath und d'Acchiardi, an den Smaragden von Muso hat Descloizeaux neue Daten aufgefunden. Dieses reichhaltige Beobachtungsmaterial konnte ich nur mit einigen neuen Flächen bereichern, welche ein kleiner Krystall von Sibirien zeigt.

Die Flächentabelle des Beryll umfasst daher schon dreissig sicher bestimmte Formen, welche ich in den nachfolgenden Columnen aufführe. Als Grundpyramide adoptire ich gleich Kokscharow und Kuppfer die Fläche *p*, deren Neigung zur

Basis $= 29° 56' 36''$ ist und woraus ich das orthohexagonale Axenverhältniss

$$a : b : c = \sqrt{3} : 1 : 0·49882$$

ableite. Da Kokscharow in der Copie der alten (1828) Naumann'schen Figur nicht die Buchstaben dieses Autors beibehalten hat, so führe ich neben Kokscharow, Descloizeaux, Miller auch noch die Buchstaben Naumann's an. Diese letztgenannten, als die älteren, habe ich für meine Bezeichnung adoptirt. Die neue Fläche Hessenberg's ist mit dem Buchstaben *n* in der Columne Kokscharow, die Flächen d'Acchiardi's in der Columne Descloizeaux mit beigefügten *D* aufgenommen worden.

Für die von mir aufgefundenen, mit τ, Φ, Ω, Σ bezeichneten Flächen habe ich auch die Naumann'schen und Levy'schen Symbole in deren respective Reihen eingesetzt, jedoch durch Klammern markirt.

Schr.	orthohexag.	Naum. 1828	Miller 1854	Koksch.	Descloiz.	Autor
$a'\ a$	100 110			$M\ \infty P$	m	
$b'\ b$	010 310			$n\ \infty P2$	h'	
c	001		o 111	$P\ oP$	p	
$i'\ i''i$	510, 210, 130			$i\ \infty P\frac{3}{2}$	h^2	
$\rho\ \rho'$	1.1.14 ; 107	ρ	ρ	$\rho\ \frac{1}{14}P$	b^{14}	Naum.
$\tau\ \tau'$	225 ; 405			$(\frac{2}{5}P)$	$(b\frac{5}{2})$	Schr.
$\pi\ \pi'$	112 101			$\frac{1}{2}P$	b^3	Descl.
$p\ p'$	111 201	P	p 120	$t\ P$	b'	
$r\ r'$	332 301	r	n $25\bar{1}$	$r\ \frac{3}{2}P$	$b\frac{2}{3}$	Naum.
$u\ u'$	221 401	u	u $13\bar{1}$	$u\ 2P$	$b\frac{1}{2}$	Naum.
$\Omega\ \Omega'$	551 10·0·1			$(5P)$	$b\frac{1}{5}$	Schr.
$x\ x'$	15.15.2 ; 15.0.1	x	x $(2.17.\bar{1}\bar{3})$	$b\ \frac{15}{2}P$	$b\frac{2}{15}$	Naum.
$e\ e'$	{39.39.2 {39. 0.1			$e\ \frac{39}{2}P$	$b\frac{2}{39}$	Koksch. VI. 96.
$o'\ o$	011, 312			$o\ P2'$	a^2	
$d'\ d$	032, 934			$\frac{3}{2}P2$	$a\frac{1}{3}$	Descl.
$D'\ D$	043, 623			$\frac{4}{3}P2$	$a\frac{3}{2}$	Acchi.
$s'\ s$	021, 311		r 100, $\bar{1}22$	$2P2$	a'	
$\Phi'\ \Phi$	(012.1) (18.6.1)			$(12P2)$	$a\frac{1}{6}$	Schr.
q	$om1$ $31\frac{3}{m}'$			$q\ m\ P2$		Koksch.

Schr. orthohexag.		Naum.	Miller	Koksch.	Descloiz.	Autor
A	$om'1\ 31\frac{2}{m'}$			$a\ m'P2$		Koksch.
$'\Delta\Delta\Delta'$	266.846.10.2.6			$(P\frac{3}{2})$	$(b'b\frac{1}{2}b\frac{1}{3})$	Schr.
$'z\,z\,z'$	263, 843, 10.2.3			$z\ 2P\frac{3}{2}$	$z\ b\frac{1}{3}b\frac{1}{6}h\frac{1}{3}$	
$'k\,k\,k'$	261, 841, 10.2.1			$k\ 6P\frac{6}{5}$	$k\ b\frac{1}{2}b\frac{1}{6}h'$	Koksch. II. 359.
$'v\,v\,v'$	131, 421, 511	r	$v\ 04\bar{1}, 23\bar{2}$	$x\ 3P\frac{3}{2}$	$v\ b'b\frac{1}{2}h'=a^2$	Naum.
$n'.\,n.\,'n$	711, 531, 241			$4P\frac{4}{3}$	$b'b\frac{1}{3}h'=a_3$	Hessenb.
$w'.\,w.\,'w$	15,1.1., 971,681,	w	$w\ 03\bar{2}, 28\bar{7}$	$v\ 8P\frac{8}{7}$	$w\ b'b\frac{1}{7}h'=a_7$	Naum.
$\beta'\,\beta\,'\beta$	23.1.1., 13.11.1, 10.12.1.			$w\ 12P\frac{12}{11}$	$\beta\ b'b\frac{1}{11}h' =a_{11}$	Koksch.
$y'\,y\,'y$	27.1.1., 15.13.1, 12.14.1			$y\ 14P\frac{14}{13}$	$b'b\frac{1}{13}h'$	Koksch. IV. 125.
$h'\,h\,'h$	39.1.1., 21.19.1, 18·20·1			$h\ 20P\frac{20}{19}$	$b'b\frac{1}{19}h'$	Koksch. VI. 96.
$\Sigma'\,\Sigma\,'\Sigma$	40.8.1., 32.16.1, 8.24.1			$(24P\frac{3}{2})$	$b\frac{1}{16}b\frac{1}{24}h'$	Schrauf
$\chi'\cdot\chi\cdot'\chi$	23.9.9., 25.7.9, 2.16.9			$\frac{16}{9}P\frac{16}{7}$	$x\ b\frac{1}{7}b\frac{1}{9}h\frac{1}{9}$	Descl.
$\gamma'\,\gamma\,'\gamma$	15.1.4, 974, 342		$g\ 41\bar{1}, 5.11.\bar{4}$	$2P\frac{8}{7}$	$\gamma\ b'b\frac{1}{7}h\frac{1}{6}$	Miller

Die letztgenannte Fläche γ führt Descloizeaux wohl in seiner Mineralogie auf, gibt jedoch weder Combination noch Fundort an. Es ist daher möglich, dass er diese Fläche blos nach Miller in seine Projection aufnahm. An dem von mir untersuchten Krystall tritt neben den übrigen neuen Flächen auch noch diese seltene Form auf. Überhaupt zeichnet sich dieser kleine Krystall durch grossen Reichthum secundärer Zonen aus, während sonst am Beryll meist nur die Hauptzonen *cp, ms, ps* entwickelt sind.

Da der lose Krystall (Kr. S. 11) eine apfelgrüne Farbe hat, und überdies einige Schüppchen Glimmerschiefers an sich trägt, so scheint sein Fundort Takowaja zu sein. Weniger wahrscheinlich wäre an eine Abstammung aus der Grube Mursinsk zu denken. Er ist $1^1/_2$ Linien hoch und $^3/_4$ Linien dick, auf der Unterseite verbrochen und rückwärts weniger scharf und minder vollflächig entwickelt (vergl. Fig. 11). Am reichsten und schönsten ist die Partie von $\bar{1}11$ bis 311 des Vordertheiles entwickelt. Die neuen Flächen finden sich dann auf beiden Seiten der Fläche $a(110)$; und zwar ist ausgebildet

Σ	8.24.1			32.16.1
Φ	0.12.1			
w	$\bar{6}81$	681	971	15.1.1
k	$\bar{2}61$		841	10.2.1
z	$\bar{2}63$			
γ	$\bar{3}42$		974	
Δ			846	10.2.6.

Diese angeführten Indices lassen die Lage der beobachteten Flächen im Raume deutlich erkennen. Man sieht, dass Σ auf beiden Seiten von *m*; Δ an beiden Seiten von *s*(311) vorkommt, also keinerlei Hemiëdrie angezeigt wird. Hemiëdrisch könnte nur das Vorkommen der Flächen *γz* in der Zone *usu'* genannt werden, indem ich in dieser Zone nur die von *s* aus links liegenden Flächen auffand. Die Indices der neuen Flächen basiren auf den nachfolgenden Messungen, welche wegen der Kleinheit des Krystalles und seiner Flächen, und wegen unvollkommenen Reflexes nur annähernd sind.

1. τ(225)(405); Ω(551)(10.0.1) liegen in der Zone *cp* = = (001)(111)

$c\tau = 13°$	gerechnet	13° 3½′
$cp = 30°$		29° 57′
$cu = 49½°$		49° 3′
$c\Omega = 71°$		70° 51½′.

2. Zone $u'\gamma z s u$ = ($\bar{2}$21)($\bar{3}$42)($\bar{2}$63)(021)(221)

$u'\gamma = 5°$	gerechnet	5° 11′
$u'z = 15°$		14° 27′
$u's = 22°$		22° 11′
$u'u = 44½°$		44° 22′
$a\gamma$		73° 0′
az		82° 16′.

3. Zone $p\Delta o\Delta'p'$ = (111)(846)(312)(10.2.6)(201)

$p\Delta = 10°$	gerechnet	9° 38½′
$po = 15°$		14° 27′
$p\Delta' = 24°$		24° 5½′
$pp' = 29°$		28° 54′.

4. Zone $c\Delta zk\Sigma$ = (001) (846) (843) (841) (32.16.1)

$c\Delta = 27°$	gerechnet	26° 57′
$cz = 45°$		45° 27′
$ck = 77°$		71° 50′
$cz = 85^1/_2°$		85° $18^1/_2$′.

5. Zone $os\Phi$ = (01 1) (021) (0.12.1)

$co = 26^1/_2$	gerechnet	26° 31′
$cs = 45°$		44° 56′
$c\varphi = 80°$		80° $30^1/_2$′.

6. Für die Flächen Σ, k, w, φ gilt schliesslich

$a\Sigma$ = (110) (8.24.1) = $18^1/_2$° }	gerechnet	19° $38^1/_2$′
$a\Sigma$ = (110) (32.16.1) = 20° }		
$a'\Sigma$ =		79° $8^1/_2$′
$b\Sigma$ = 12°		11° $51^1/_3$′
bk = 22°		21° $5^1/_2$′
$'ak$ = ($\bar{1}$10) ($\bar{2}$61) = 26°		26° $7^1/_2$′
ak = (110) ($\bar{2}$61) = 45°		44° 6′
aw = 14°		14° 30′
$a\varphi$ = (110) (0.12.1) = 30° }		31° 20′.
$'a\varphi$ = ($\bar{1}$10) (0.12.1) = 30° }		

Obgleich diese angegebenen Messungen nur annähernd ausgeführt werden konnten, so genügten sie doch, die Indices der neuen Flächen sicher zu stellen.

Die übrigen mir zu Handen gekommenen Krystalle sibirischen Berylls zeigen alle weitaus geringeren Flächenreichthum als der vorher beschriebene und lassen sich meist auf die Kokscharow'schen Angaben zurückführen.

Erwähnenswerth halte ich blos zwei lose Krystalle, die wahrscheinlich von Nertschinsk stammen.

Der erste (H. M. C. 1808. III. 13) ist gebildet durch die Flächen *c, a, p, u, s, v, h* (*e*?) ähnlich der Zeichnung Kokscharow's, zeigt jedoch auf den ziemlich grossen Flächen *s* eine sehr schöne polyëdrische Entwicklung. Die Fläche *s* ist parallel den Combinationskanten *as* gestreift und erhebt sich gegen die Mitte zu, so dass wir eigentlich eine sehr flache vierseitige Pyramide sehen (vgl. Fig. 12), ähnlich wie dies Naumann und Scacchi an den Würfelflächen des Bleiglanz beschrieben haben.

Ein anderer Krystall (HMC. 1850. VIII. 8) besteht aus zwei parallel aneinander gewachsenen Individuen (vergl. Fig. 13), welche in einer Stellung zu einander sind, die derjenigen, welhec uns die Horschenzer Aragonitzwillinge zeigen, gleicht.

XXXI. Aragonit von Sasbach.

Die Gesteine des Kaiserstuhls haben seit langem eine Anziehungskraft auf die Mineralogen ausgeübt, und fast jedes derselben ist einer näheren Untersuchung gewürdigt worden. Eine Ausnahme hiervon scheint nur der Aragonit zu machen, obgleich derselbe in prachtvollen Exemplaren an diesem Fundorte auftritt. Die erste genauere Notiz, welche dies Vorkommen des Aragonits am Kaiserstuhl bekannt machte, ist wahrscheinlich die von Walchner in seiner Mineralogie 1828, pag. 297 gegebene. Er sagt: (der Aragonit kommt vor) „zu Burgheim und im Limburg'schen Steinbruch bei Sasbach am Kaiserstuhl, woselbst er auch häufig in sternförmigen Gruppen von nadelförmigen Krystallen unmittelbar auf dem Mandelstein, oder auf dem, diesen häufig überziehenden Bitterspath sitzt".

Da schon früher (Min. Beob. I) die nadelförmigen Aragonite einen Gegenstand meiner Untersuchungen bildeten, so war es mir sehr angenehm, bei meinem 1871 stattgehabten Besuch der mineralogischen Sammlung der Universität Freiburg i. Br. schöne Handstücke des Aragonit von Sasbach kennen zu lernen. Dieselben bilden Nester von nadelförmigen Krystallen mannigfaltiger Art in dem bekannten Hyalosideritgestein. Schon der erste Blick liess erkennen, dass die Mehrzahl der Krystalle nicht den einfachen Zwillingshabitus zeigen, der von Werfen, Kamsdorf, Dognaczka u. s. w. bekannt ist. Da bei so kleinen Krystallen eine genaue Untersuchung an Ort und Stelle nicht möglich war, so bin ich sehr dankbar für die freundliche Liberalität, mit welcher mir Herr Professor Fischer gütigst fast das beste Handstück dieses Vorkommens überliess.

Die genauere Untersuchung lehrte, dass diese Aragonitkrystalle der Mehrzahl nach Drillinge der Symmetrie: I, II rechts, IV rechts, sind; sie haben jedoch einen Flächenreichthum und einen Habitus, welcher an die Krystalle des Tarnowitzit erinnert.

Der in Fig. 15 dargestellte Krystall weicht in der Natur nur wenig von der symmetrischen Construction ab; I und II stimmen fast vollkommen überein; nur Individuum IV hat einige asymmetrische Verzerrungen derselben Flächen und noch einige Zuwachsstreifen, als wäre noch ein Individuum VI in verkümmerter Ausbildung angelagert. Die an diesem Krystalle auftretenden Flächen sind

a	m	k	i	p	t	Σ	Δ
100	110	201	401	221	843	631	10·2.1
$\infty \bar{P} \infty$	∞P	$2\breve{P}\infty$	$4\breve{P}\infty$	$2P$	$\frac{8}{3}\breve{P}2$	$6\breve{P}2$	$10\breve{P}5$
g'	m'	$e^{\frac{1}{2}}$	$e^{\frac{1}{4}}$	$b^{\frac{1}{4}}$	$b^{\frac{1}{4}} b^{\frac{1}{12}} g^{\frac{1}{3}}$	$b^{\frac{1}{3}} b^{\frac{1}{9}} g'$	$b^{\frac{1}{8}} b^{\frac{1}{12}} h'$

wobei das Axenverhältniss $a : b : c = 1.5896 : 1 : 0.5727$
$cp = 53° 48^1/_2{}'$ gilt.

Von diesen Flächen war t bisher nur am Tarnowitzit von Websky aufgefunden worden, während die Pyramiden Σ(631) und Δ(10.2.1) neu sind.

Der untersuchte Krystall war circa 3 Mm. lang und 1 Mm. breit, seine Flächen waren wohl eben, doch nicht scharf reflectirend.

	Beobachtet	Gerechnet
$'mp$ =	69° 12$^1/_2$′	69° 10$^1/_2$′
$'mt$ =	95°	95° 19′
$'mi$ =	115° 30′	115° 45′
mp =	36° 20′	36° 15$^1/_2$′
mt =	42° 24′	42° 53′
at =		52° 14$^1/_2$′
bt =		60° 54$^1/_2$′
ct =		50° 56$^1/_2$′
mk =	71° 56′	71° 59$^1/_2$′
$a\Sigma$ =		42° 48$^2/_3$′
$b\Sigma$ =		53° 55$^1/_2$′
$c\Sigma$ =		70° 10′
$t\Sigma$ =	19° 35′	19° 14′
$p\Sigma$ =	24° 0′	23° 36′
$m\Sigma$ =	26° 58′	27° 25′
$a\Delta$ =		22° 59$^1/_2$′
$b\Delta$ =		72° 48$^1/_2$′

	Beobachtet	Gerechnet
$c\Delta =$		$75° 12^1/_2$
$m\Delta =$	$42° 30'$	$42° 28'$
$i\Delta =$	$21° 30'$	$21° 6^1/_2'$
$p\Delta =$	$43° 0'$	$42° 46'$.

Eine grosse Anzahl von Krystallen hat mit dem eben besprochenen gleichen Habitus, indem die schiefen seitlichen Abstumpfungen durch die Flächen Σ, Δ häufig auftreten. Eine geringere Anzahl besitzt eine einfache Flächencombination: Drillinge der Combination I, II, IV, wie dies die Figuren meines Atlas der Krystallformen zeigen. Auch hier kommen die hohen steilen Domen zur Entwicklung, und ein Krystall, dessen Projection in Fig. 14 dargestellt ist, gab

$ak = 54° 10'$	gerechnet	$54° 13'$
$av = 25° 0'$		$24° 49'$
$a\mu = 5°$		$4° 57^1/_2'$

wodurch für μ der Index (32.0.1) bestimmt ist. Die Form selbst ist daher die der Fig. 15, Taf. XXII meines Atlas, während die Drillingsbildung den Krystall der Fig. 18 ähnlich macht.

INHALT.

Seite

Schrauf. Mineralogische Beobachtungen IV.

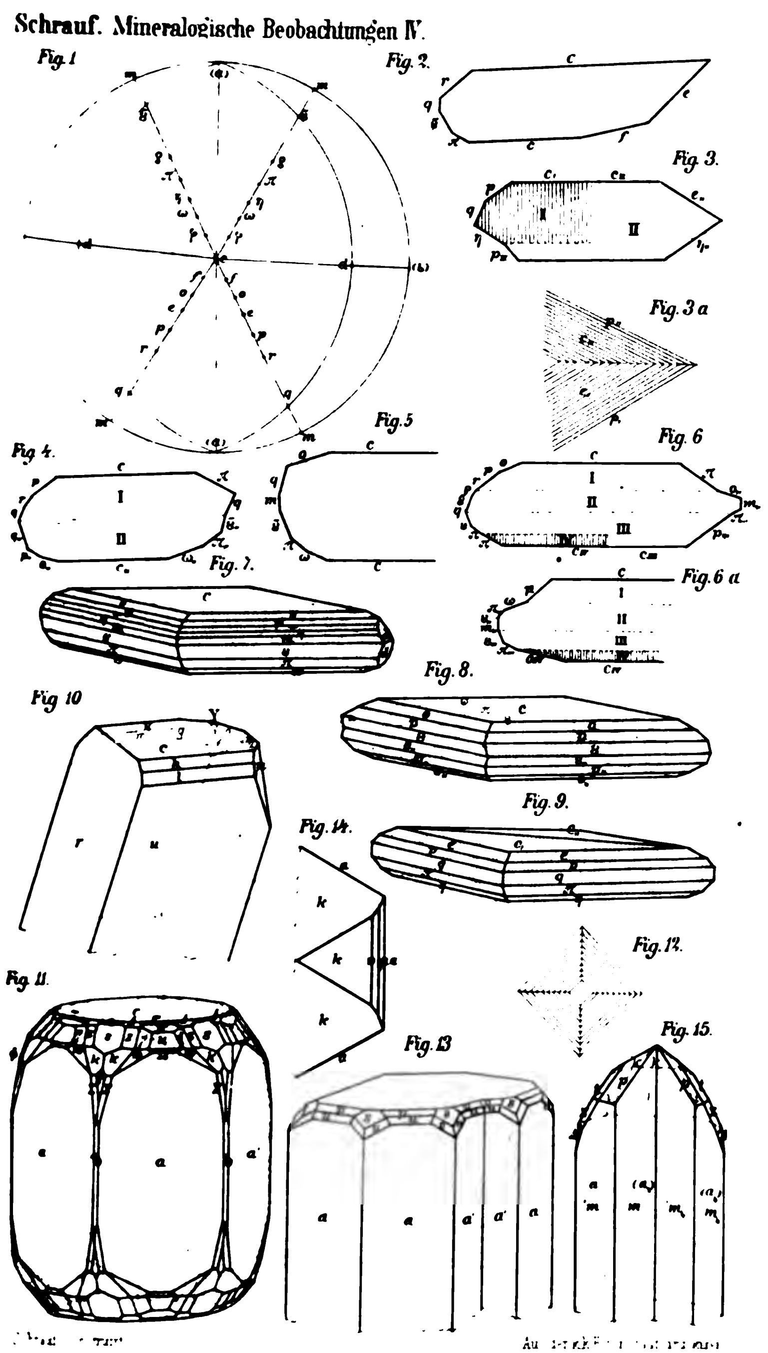
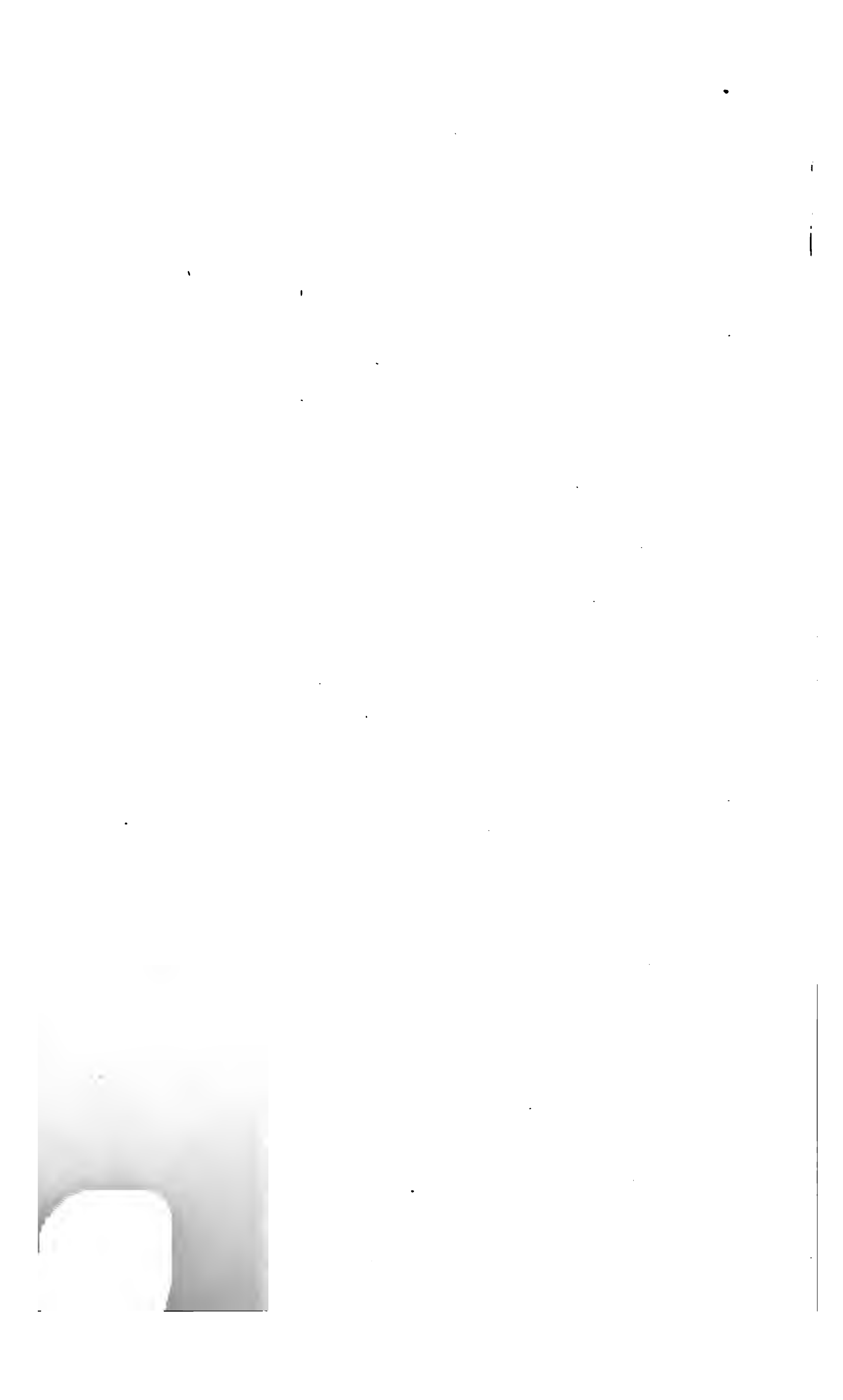


Fig. 1-9 Rittingerit. Fig. 10. Axinit v. Miask. Fig. 11-13. Beryll. Fig. 14. 15. Aragonit v. Sasbach.

Sitzungsb. d. k. Akad. d. W. math. naturw. Cl. LXV. Bd. I. Abth. 1872. Aprilheft.



XI. SITZUNG VOM 18. APRIL 1872.

Herr Hofrath Dr. J. Hyrtl übersendet eine für die Denkschriften bestimmte Abhandlung über „die Kopfarterien der Haifische."

Die Direction des k. k. Gymnasiums zu Trebitsch dankt mit Zuschrift am 17. April für die Betheilung dieser Lehranstalt mit Publicationen der Classe.

Herr Director Dr. J. Stefan überreicht eine Abhandlung: „Über die dynamische Theorie der Diffusion der Gase."

Herr Dr. L. Ritter v. Schrötter, Vorstand der Klinik für Laryngoskopie, übergibt eine „Mittheilung über ein von der Herzaction abhängiges, aus der Lungenspitze einzelner Kranker wahrnehmbares Geräusch."

Herr Prof. Dr. S. Stern legt eine Abhandlung: „Beiträge zur Theorie der Resonanz lufthältiger Hohlräume" vor.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Académie Imp. des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Rouen: Précis analytique des travaux pendant l'année 1869—70. Rouen & Paris, 1870; 8°.

Accademia Pontificia de' nuovi Lincei: Atti. Anno XXV, Sess. 3ª. Roma, 1872; 4°.

Akademie der Wissenschaften, Königl. Preuss., zu Berlin: Monatsbericht. Januar 1872. Berlin; 8°.

Association, The American Pharmaceutical: Proceedings at the XIXth Annual Meeting, held in St. Louis, Mo., September, 1871. Philadelphia, 1872; 8°.

Bibliothèque Universelle et Revue Suisse: Archives des Sciences physiques et naturelles. N. P. Tome XLIII, Nr. 171. Genève, Lausanne, Paris, 1872; 8°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXIV, Nr. 14. Paris, 1872; 4°.

Fleury-Flobert, Congrès scientifique d'Anvers en 1871. Rapport à l'Académie Nationale agricole, manufacturière et commerciale. Paris, 1872; 12⁰.

Gesellschaft, k. k. zoolog.-botan., in Wien: Verhandlungen. Jahrgang 1871. XXI. Band. Wien; 8⁰. — Nowicki, Max. Über die Weizenverwüsterin *Chlorops taeniopus* Meig. und die Mittel zu ihrer Bekämpfung. Wien, 1871; 8⁰. — Künstler, Gustav, Die unseren Kulturpflanzen schädlichen Insekten. Wien, 1871; 8⁰.

— österr., für Meteorologie: Zeitschrift. VII. Band, Nr. 7. Wien, 1872; 4⁰.

— zur Beförderung der gesammten Naturwissenschaften zu Marburg: Schriften. Band X. Cassel, 1871; 8⁰.

Istituto, R., Veneto di Scienze, Lettere ed Arti: Atti. Tomo I°, Serie IV°, Disp. 4°. Venezia, 1871—72; 8⁰.

Journal für praktische Chemie, von H. Kolbe. N. F. Band V, 5. Heft. Leipzig, 1872; 8⁰.

Landbote, Der steirische. 5. Jahrgang, Nr. 8. Graz, 1872; 4⁰.

Landwirthschafts-Gesellschaft, k. k. in Wien: Verhandlungen und Mittheilungen. Jahrgang 1872, Nr. 9. Wien; 8⁰.

Listing, J. B., Über das Reflexionsprisma. (Nachrichten der k. Ges. d. Wiss. in Göttingen.) Göttingen, 1871; 12⁰.

Mittheilungen des k. k. techn. & administrat. Militär-Comité. Jahrgang 1872. 4. Heft. Wien; 8⁰.

— aus J. Perthes' geographischer Anstalt. 18. Band, 1872. III. Heft. Gotha; 4⁰.

Nature. Nr. 128, Vol. V. London, 1872; 4⁰.

Observatorio astronómico Arjentino: Discursos sobre su inauguracion verificada el 24 de Octubre de 1871. Buenos Aires, 1872; gr. 8⁰.

— de Marina de San Fernando: Anales. Mayo — Diciembre 1870. — Seccion 1°. Observaciones Astronomicas. San Fernando, 1871; 4⁰.

Ohrtmann, Carl, Das Problem der Tautochronen. (Jahres-Bericht über d. k. Realschule, Vorschule und Elisabethschule zu Berlin. 1872.) 4⁰.

Reichsanstalt, k. k. geologische: Verhandlungen. Jahrgang 1872, Nr. 6. Wien; 4⁰.

„Revue politique et littéraire“ et „La Revue scientifique de la France et de l'étranger. Ire Année (2e série) Nr. 42. Paris & Bruxelles, 1872; 4°.

Sangalli, Giacomo, Studj fisio-patologici sopra alcuni casi di chirurgia e d'anatomia pratica. Milano, 1871; 4°.

Schlagintweit-Sakünlünski, Hermann von, Untersuchungen über die Salzseen im westlichen Tibet und in Turkistán. I. Theil. (Abhdlgn. der k. bayer. Akad. d. Wiss. II. Cl. XI. Bd. 1. Abth.) München, 1871; 4°.

Schrauf, Albrecht, Atlas der Krystall-Formen des Mineralreiches. II. & III. Lieferung. Wien, 1872; 4°.

Sociedad de Naturalistas-colombianos: Catálogo de los objetos enviados a la exposicion nacional de 1871. Bogota, 1871; 8°. — Informe de los esploradores del territorio de San Martin. Bogota, 1871; 4°. — Ensayo descriptivo de las Palmas de San Martin i Casanare, por Jenaro Balderrama. Bogota, 1871; 4°. — Catálogo del estado S. de Antioquia. Bogota, 1871; 4°.

Société botanique de France: Bulletin. Tome XVIII, 1871. Revue bibliographique A. Paris; 8°.

— des Ingénieurs civils: Séances du 6 Octobre 1871 au 15 Mars 1872. Paris; 8°.

Verein, naturforschender, in Brünn: Verhandlungen. IX. Band. 1870. Brünn, 1871; 8°.

— Entomologischer, in Berlin: Berliner Entomologische Zeitschrift. XV. Jahrgang (1871). 2. & 3. Vierteljahrsheft; XVI. Jahrgang (1872). 1. Vierteljahrsheft. Berlin; 8°.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXII. Jahrgang, Nr. 15. Wien, 1872; 4°.

Zeitschrift für Chemie, von Beilstein, Fittig & Hübner. XIV. Jahrgang. N. F. VII. Band, 19. Heft. Leipzig, 1871; 8°.

— des österr. Ingenieur- & Architekten-Vereins. XXIV. Jahrgang. 4. Heft. Wien, 1872; 4°.

XII. SITZUNG VOM 25. APRIL 1872.

Die Marine-Section des k. & k. Reichs-Kriegs-Ministeriums dankt mit Note vom 20. April für die der k. k. Marine-Unterrealschule zu Pola bewilligten akademischen Publicationen.

Der Secretär legt folgende eingesendete Abhandlungen vor:

„Untersuchungen über die Ausdehnung der Hirnrinde, des Hirnmarkes und des Grosshirnes durch die Wärme", vom Herrn Dr. Ernst Rektorzik, Prof. der Anatomie zu Lemberg.

„Beiträge zur Kenntniss der Entwicklung der Knochenfische", vom Herrn Dr. Karl Weil.

Herr Dr. Eduard Schreder, Prof. am k. k. deutschen Gymnasium in Brünn, hinterlegt ein versiegeltes Schreiben zur Wahrung seiner Priorität.

Herr Prof. E. Suess legt eine Abhandlung des Herrn Akademikers J. F. Brandt in St. Petersburg vor, betitelt: „Bemerkungen über die untergegangenen Bartenwale (Balaenoiden), deren Reste bisher im Wiener Becken gefunden wurden".

Herr Hofrath Dr. E. Brücke bespricht den Inhalt seiner in der Sitzung am 11. April vorgelegten Abhandlung: „Studien über die Kohlenhydrate und über die Art, wie sie verdaut und aufgesaugt werden.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

American Journal of Science and Arts. 3d Series. Vol. II, Nrs. 7—12; Vol. III, Nrs. 13—15. New Haven, 1871—1872; 8°.

Annalen der Chemie & Pharmacie, von Wöhler, Liebig & Kopp. N. R. Band LXXXVI, Heft 1. Leipzig & Heidelberg, 1872; 8°.

Apotheker-Verein, allgem. österr.: Zeitschrift. 10. Jahrg., Nr. 12. Wien, 1872; 8°.

Astronomische Nachrichten. Nr. 1883—1885. (Bd. 79, 11.) Altona, 1872; 4°.

Carl, Ph., Repertorium für Experimental-Physik etc. VII. Band, 5. & 6. Heft. München, 1871; 8°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXIV, Nr. 15. Paris, 1872; 4°.

Gesellschaft, österr., für Meteorologie: Zeitschrift. VII. Band, Nr. 8. Wien, 1872; 4°.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXXIII. Jahrgang, Nr. 16. Wien, 1872; 4°.

Landes-Museum, naturhistorisches, von Kärnten: Jahrbuch. X. Heft. Klagenfurt, 1871; 8°.

Nature. Nr. 129. Vol. V. London, 1872; 4°.

Plantamour, E., Nouvelles expériences faites avec le pendule à réversion et détermination de la pesanteur à Genève et au Righi-Kulm. Genève & Bâle, 1872; 4°.

Reports on Observations of the Total Solar Eclipse of December 22, 1871. (Washington Observations for 1869. — Appendix I.) Washington, 1871; 4°.

„**Revue** politique et littéraire“ et „La Revue scientifique de la France et de l'étranger. Ire Année (2e Série), Nr. 43. Paris & Bruxelles, 1872; 4°.

Société des Ingénieurs civils: Séance du 5 Avril 1872. Paris; 8°.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXII. Jahrgang, Nr. 16. Wien, 1872; 4°.

Zeitschrift des österr. Ingenieur- & Architekten-Vereins. XXIV. Jahrgang, 5. Heft. Wien, 1872; 4°.

Bemerkungen über die untergegangenen Bartenwale (Balaenoiden), deren Reste bisher im Wiener Becken gefunden wurden.

Von J. F. **Brandt** aus St. Petersburg.

Nach Abschluss meiner Untersuchungen über die fossilen und subfossilen Baläniden Europa's zögere ich nicht länger, über diejenigen meiner Ergebnisse zu berichten, welche sich speciell auf die durch Aufforderung und Vermittlung des Herrn Professor Suess ermöglichte genaue Untersuchung der im Wiener Becken [1] entdeckten Reste echter Bartenwale beziehen. Was die Delphine anlangt, so werde ich darüber später sprechen.

Unter der Zahl der mannigfachen Materialien, welche für die Abfassung meiner Schrift: „Über die fossilen und subfossilen Cetaceen Europa's, deren Druck bereits begonnen hat, mir zu Gebote standen, nehmen ohne Frage die in der Umgegend Wiens entdeckten eine namhafte Stelle ein. Ich fühle mich daher um so mehr verpflichtet, dem Herrn Director Tschermak, der mir die Benützung der Materialien des k. k. Hof-Mineraliencabinetes gütigst gestattete, ebenso wie Herrn v. Letocha, welcher mir seine Privatsammlung zur Verfügung zu stellen die Gewogenheit hatte, meinen verbindlichsten Dank zu wiederholen, dabei aber auch gleichzeitig der Liberalität des Custos des Linzer Museums Herrn Magister Ehrlich's zu gedenken.

Wie bekannt, sprachen bisher die Herren Geologen und Paläontologen, wenn von im Wiener Becken gefundenen Resten

---

[1] Der Vollständigkeit wegen zog ich zu den Wiener Resten auch die bei Linz gefundenen hinzu, dehnte also das Wiener Becken bis Linz aus.

von Cetaceen die Rede war, entweder nur von Cetaceen im allgemeinen, oder von Resten von Delphinen, nicht aber von solchen, welche echten Bartenwalen angehörten. Selbst die in Linz aufbewahrten Reste einer interessanten, ausgestorbenen Gattung von Bartenwalen wurden von zwei berühmten Forschern, Johann Müller und H. v. Meyer, als solche nicht erkannt. Erst mir gelang es, dem Becken der Umgegend Wiens vier Arten von Bartenwalen zu vindiciren, denen sich als fünfte die oben erwähnte, bei Linz gefundene, anschliesst. Der Nachweis von Bartenwalen bietet offenbar insofern ein besonderes Interesse, als er das Vorkommen wahrhaft oceanischer Bewohner ausser Zweifel stellt, was nicht durch Reste von Delphinen geschehen kann, da es auch Delphine gibt, die in Flüssen leben.

Vergleicht man die meist (d. h. in der Vierzahl) eigenthümlichen Arten des Wien-Linzer Beckens mit denen echter fossiler (d. h. ausgestorbener Wale), welche in anderen europäischen Ländergebieten bisher entdeckt wurden, so ergeben sich folgende Resultate.

Für Süd-Russland liessen sich durch theils in Bessarabien und bei Nicolajew, besonders aber bei Kertsch und auf der Halbinsel Taman, dann am Ost-Ufer des caspischen Meeres gemachte Funde von mir bereits fünf sicher erkennbare Arten von Bartenwalen nachweisen, die sämmtlich der von mir bereits 1842 aufgestellten Gattung *Cetotherium* angehören. Ausser Resten der Gattung *Cetotherium* sind, wenigstens bis jetzt, meines Wissens in Russland noch keine einer anderen Balaeniden-Gattung angehörige nachgewiesen. Nordmann spricht zwar in seiner Paläontologie Süd-Russlands von dort gefundenen Resten von Balaenopteren, führt sie aber als fragliche auf. Einige seiner Reste gehören übrigens ganz entschieden einem grossen Delphin an.

Aus Italien kennt man bis jetzt mit Sicherheit nur sehr bedeutende Reste des Skeletes eines Bartenwales, die Desmoulins ohne Grund zwei Arten (*Balaenoptera Cortesii* und *Cuvieri*) zuschrieb, während Van Beneden sie seiner, so viel mir bekannt, nur durch éinen kurzen, etwas breiteren Schnauzentheil des Schädels von *Cetotherium* abweichenden Gattung *Plesiocetus* als *Plesiocetus Cortesii* einverleibte.

Portugal lieferte ebenfalls seither nur die fossilen Reste eines einzigen Bartenwales, welche Van Beneden mit Recht der Gattung *Cetotherium* als *Cetotherium Vandellii* zuwies.

Auf Grundlage zahlreicher, namentlich im Antwerpener Becken gefundener Knochen von Bartenwalen hat derselbe verdienstvolle Forscher die frühere Existenz eines langbartigen Wales (*Balaena primigenia*) constatirt und drei Arten kurzbartiger Wale (*Plesiocetus Hupschii, Burtinii* und *Garropii*) beschrieben, während Du Bus von einer von *Balaena* verschiedenen, durch einige Arten dort repräsentirten Gattung *Protobalaena* spricht, die jedoch Van Beneden von *Balaena* nicht unterscheidet.

In England wurden, abgesehen von zahlreichen subfossilen Resten, die einer oolithischen echten Balaenide entdeckt, welche Seeley einem *Palaeocetus Sedgwicki* zuschrieb, obgleich sie vielleicht sehr wohl zur Gattung *Balaena* gezogen werden könnten. Ebenso hat man dort mehrere, nach meiner Ansicht wohl einigen Arten von Cetotherinen angehörige *Bullae tympani* gefunden.

Frankreich lieferte gleichfalls Reste von Bartenwalen. Es sind indessen, vielleicht mit Ausnahme derer, worauf Van Beneden seinen *Plesiocetus Gervaisii* gründete, nur solche, die keine sichere Bestimmung gestatten.

Was die in Deutschland, mit Ausschluss Österreichs, gefundenen echten fossilen Balaenidenreste anlangt, so haben sich zeither einige in Mecklenburg entdeckte, durch Van Beneden auf einen *Plesiocetus* zurückführen lassen. Auch darf wohl Jäger's, aus der Würtemberger Molasse stammende *Balaena molassica* für eine Cetotherine, vielleicht einen Pachyacanthus gelten.

Das Wien-Linzer Becken, welches überhaupt nebst dem von Antwerpen und den Küstenländern des schwarzen Meeres die meisten wohl erhaltenen, zum Theile bedeutende Skelettheile darstellenden Exemplare von Balaenidenresten lieferte, bietet insofern ein ganz besonderes Interesse, als in ihm die Reste von drei sehr verschiedenen, ganz eigenthümlichen, gar nicht mehr lebend vorhandenen, von mir aufgestellten Gattungen (*Cetothe-*

rium, *Cetotheriopsis* und *Pachyacanthus)* [1] entdeckt wurden, wovon die beiden letztgenannten bis jetzt nur ihm angehören.

Die erste und zweite Gattung sind indessen bis jetzt nur schwach durch Reste repräsentirt.

Aus der in Russland durch fünf Arten vertretenen Gattung *Cetotherium* liessen sich bis jetzt nur zwei Reste von mir nachweisen, die im k. k. Hof-Mineraliencabinete aufbewahrt werden. Der eine ist ein aus Leithakalk von Margarethen stammender Humerus des *Cetotherium priscum*, also der Theil einer im südlichen Russland häufigen Art. Der andere Rest wird durch einen in Nussdorf 1859 gefundenen vorderen, sehr charakteristischen Schwanzwirbel repräsentirt, den ich auf keine der mir bekannten Arten von *Cetotherium* zu beziehen vermag und daher einem fraglichen *Cetotherium ambiguum* vindicire.

Von der im Sande der Linzer Umgebung entdeckten Gattung *Cetotheriopsis*, wovon bisher nur eine einzige Art (*Cetotheriopsis linziana* Brdt. = *Balaenodon linzianus* H. v. Meyer) bekannt ist, welche im dortigen Museum Francisco-Carolinum durch einen unvollständigen Hirntheil des Schädels und mehrere Wirbel vertreten wird, konnte ich in Folge der Güte des Herrn C. Ehrlich eine ausführliche Beschreibung nebst Abbildungen liefern, wobei sich ergab, dass der ihr früher nebst einer Bulla vindicirte Zahn nicht ihr, sondern einer Zeuglodonte (vermuthlich dem *Squalodon Ehrlichii seu linzianus*) angehören, dass ferner die fraglichen, von mir einer neuen Gattung *(Cetotheriopsis)* vindicirten Fragmente keine den Ziphiiden einzureihende Thierart repräsentiren, wie Van Beneden meinte, sondern die einer echten Balaenopteride seien.

Die Gattung *Cetotheriopsis* scheint nach Massgabe der Reste in verwandtschaftlicher Beziehung einerseits zwischen *Balaenoptera* und *Cetotherium* gestanden, andererseits Eigenthümlichkeiten besessen zu haben.

Der dritten der Gattungen (*Pachyacanthus* Brdt.) gehören zahlreiche bei Hernals und Nussdorf zum grossen Theil von Hrn.

---

[1] Man vergleiche über die Kennzeichen dieser Gattungen meinen Aufsatz über die Classification der Balaenoiden im Bull. sc. de l'Acad. de St. Pétersb. 1871. T. XVII. p. 113 und Mélang. biolog. T. VIII. p. 317.

Suess zuerst gesammelte Reste an, die im k. k. Hof-Mineralien cabinete aufbewahrt werden, nebst andern, die in der Sammlung des Herrn v. Letocha ebenfalls zahlreich repräsentirt sind. Die durch die merkwürdige Anschwellung der obern Dornfortsätze der hintern Rücken-, ganz besonders aber der Lenden- und vordern Schwanzwirbel, den Mangel eines Olecranums, sehr breite Rippen u. s. w. charakterisirte Gattung *Pachyacanthus* stimmt zwar hinsichtlich des Skeletes, namentlich des Rumpftheiles desselben, mit den Cetotherien am meisten überein, neigt aber unverkennbar auch etwas zu den Delphinoiden hin. Die Stelle, welche ich ihr vorläufig unter den Cetotherinen angewiesen habe, möchte ich deshalb, und weil ausser einem kleinen, im Besitz des Herrn Schegar befindlichen, ihr nur muthmasslich vindicirten Unterkieferfragmente, alle anderen charakteristischen Schädelreste bis jetzt leider fehlen, für keine völlig gesicherte halten. *Pachyacanthus* könnte künftig möglicherweise solche Schädeldifferenzen bieten, die ihn als Typus einer besonderen Gruppe *(Pachyacanthinae)* ansehen liessen.

Die im Hof-Mineraliencabinet aufbewahrten Reste deuten übrigens auf die frühere Existenz zweier Arten von *Pachyacanthus* hin, wovon ich die eine, in sehr zahlreichen Resten vorhandene, als *Pachyacanthus Suessii*, die andere nur durch überaus rauhe Halswirbel dort documentirte, als *Pachyacanthus trachyspondylus* bezeichnete.

In morphologischer Hinsicht scheinen, nach Massgabe ihres Skeletbaues, die bis jetzt im Wiener Becken nachweisbaren, ebenso wie die russischen Cetotherinen sehr plumpe, dickleibige Thiere gewesen zu sein, die in Bezug auf ihre Rumpfgestalt mit den noch lebenden langbartigen Walen *(Balaena)* und den langflossigen, aber kurzbartigen *(Megaptera seu Kyphobalaena)* übereinstimmten, welchen letzteren die Cetotherinen durch ihre Schädelform und kurzen Barten näher standen. Ihre Bewegungen waren daher wohl weniger agil, als die der gestreckteren, gleichfalls noch lebenden, Balaenopteren, die reine Fischfresser sind und die Fähigkeit besitzen, ihre Beute weit zu verfolgen. Wir dürfen daher vielleicht vermuthen, dass die ausgestorbenen, schwerfälligen, daher zur Verfolgung der Beute weniger als diese befähigten Bartenwale des Wiener Beckens, wie die noch lebenden Mega-

pteren, ausser Fischen auch zarte Mollusken und Krebse verzehrten.

Die ausschliesslich nur kleinen Arten angehörigen Reste der Wiener und russischen Bartenwale der Gattungen *Cetotherium*, nebst denen der auf das Wiener Becken beschränkten Gattung *Pachyacanthus*, im Gegensatze zu manchen riesigen Formen der von Van Beneden aufgestellten Plesioceten setzen es ausser Zweifel, dass in dem so ausgedehnten tertiären Ocean, welcher den grössten Theil Europa's, sowie Centralasiens überfluthete, keineswegs nur sehr grosse Arten von Bartenwalen, wie die noch gegenwärtig lebenden, sich tummelten, sondern dass auch zahlreiche kleine, nur 6—12 Fuss (statt 20—100 F.) lange Arten darin herumschwammen, so dass also damals die Bartenwale ähnliche Modificationen der Grösse darboten wie noch jetzt die Zahnwale.

Gleichzeitig mit der Mannigfaltigkeit des Grössenverhältnisses der Bartenwale änderte sich aber auch seit der Tertiärzeit durch den Untergang mehrerer Gattungen, so namentlich auch derjenigen, welche das Wien-Linzer Becken bewohnten, die morphologische Verschiedenheit des Typus der Balaeniden. Sie lieferten also auch ihrerseits ein, im Verhältniss zu den noch lebenden ziemlich erhebliches Contingent zu der im stetigen Fortschritt begriffenen Verarmung der Fauna unseres Planeten.

Wie bekannt, halten sich wenigstens die meisten Arten der lebenden Bartenwale in bestimmten Districten der Oceane auf, erscheinen also als localisirte Thierformen. Der Umstand, dass die in Russland, im Antwerpener Becken, ebenso wie im Wien-Linzer gefundenen Reste derselben, nebst den italienischen und portugiesischen verschiedenen Arten, die Wien-Linzer sogar theilweise verschiedenen Gattungen angehörten, dürfte auf ein ähnliches geographisches Vertheilungsverhältniss der einzelnen Arten zur Tertiärzeit, wenn auch mit einigen Ausnahmen, schliessen lassen.

Das nicht blos im südlichen Russland, sondern auch im Wiener Becken vorgekommene *Cetotherium priscum* könnte z. B. als mehr cosmopolitische Art, eine solche Ausnahme gebildet [illegible]

Schliesslich möge es mir vergönnt sein, noch einige [illegible] über das hauptsächliche Vorkommen zahlreicher, zuweilen [illegible]

ganze Skelete darbietender Reste von echten Bartenwalen in den sarmatischen Schichten des Wiener Beckens, sowie Süd-Russlands hinzuzufügen.

Bekanntlich hat man die keineswegs reiche Fauna der genannten Schichten nicht unpassend mit der gegenwärtigen des schwarzen Meeres verglichen. Das schwarze Meer bietet nur sehr wenige Polypen und nachweislich erst zwei neuerdings entdeckte Echinodermen. Auch besitzt es keinen sonderlichen Reichthum an Krebsen und Mollusken, namentlich leidet es Mangel an solchen, die in unzähligen Schaaren grosse Strecken der freien Oceane dicht bevölkern und Bartenwalen zur ausreichenden Speise dienen können. Selbst seine Fischfauna steht der des Mittelmeeres, namentlich an Artenzahl, weit nach. Demnach können auch diejenigen Theile des Meeres, welche die sarmatischen Schichten absetzten und wohl aus grossen, seichten, theilweise durch zuströmendes süsses Wasser alterirten Busen bestanden, keineswegs als die eigentliche Heimath von Bartenwalen angesehen werden. Es scheint vielmehr, dass die letzteren durch Stürme in die Busen verschlagen wurden und in Folge davon dort durch Strandung zu Grunde gingen. Für eine solche Ansicht spricht das gleichzeitige Vorkommen von Resten der Cetotherien mit denen von *Trionyx vindobonensis* im Wiener Becken, denn wenn auch, wie dies hinsichtlich des *Trionyx aegyptiacus* nachgewiesen ist, die *Trionyx* sich aus den Flüssen, jedoch wohl nicht immer, in das benachbarte Meer begeben, so müssen sie doch im wesentlichen als Bewohner des süssen Wassers angesehen werden.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

LXV. Band.

ERSTE ABTHEILUNG.

5.

Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Mineralogie, Botanik, Zoologie, Geologie und Paläontologie.

XIII. SITZUNG VOM 10. MAI 1872.

Se. Excellenz der Herr Curator-Stellvertreter theilt mit h. Erlass vom 2. Mai d. J. mit, dass ihn der Herr Minister für Cultus und Unterricht ersucht habe, der kais. Akademie für die dem Staats-Gymnasium zu Trebitsch bewilligten Separatabdrücke seinen Dank auszusprechen.

Der Secretär legt folgende eingesendete Abhandlungen vor:

„Über den Einfluss der Elektricität der Sonne auf den Barometerstand", vom Herrn Director Dr. K. Hornstein in Prag.

„Note über die Functionen X_n^m und Y_n^m", vom Herrn Prof. Leop. Gegenbauer in Krems.

Herr Hofrath Dr. E. Brücke überreicht eine im physiolog. Institute der Wiener Universität durchgeführte Arbeit des Herrn *Cand. med.* Johann Latschenberger: „Über den Bau des Pancreas".

Herr Prof. Dr. Aug. Em. Ritter v. Reuss legt die für die Denkschriften bestimmte dritte Abtheilung seiner „paläontologischen Studien über die älteren Tertiärschichten der Alpen" vor.

Herr Prof. Dr. V. v. Lang übergibt eine Abhandlung des Herrn Prof. Dr. Al. Handl in Lemberg: „Über die Constitution der Flüssigkeiten. (Beiträge zur Moleculartheorie. II.)"

Herr Dr. Sigm. Exner legt eine Abhandlung: „Über die physiologische Wirkung der Iridectomie" vor.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Anderson, John, A Report on the Expedition to Western Yunan viâ Bhamô. Calcutta, 1871; gr. 8°. (Nebst 10 Stück Separatabdrücken aus den „Proceedings of the Zoological Society of London" 1871, und den „Proceedings of the Asiatic Society of Bengal" 1871. 8°.)

Anstalt, k. ungar. geologische: Évkönyve. II. Kötet, 2 füzet. Pest, 1872; kl. 4°. — Mittheilungen. II. Band, 1. Lieferung. Pest, 1872: kl. 4°.

Apotheker-Verein, allgem. österr.: Zeitschrift. 10. Jahrgang, Nr. 13. Wien, 1872; 8°.

Arbeiten des kais. botan. Gartens zu St. Petersburg. I. Band, 1. Lieferung. St. Petersburg, 1871; 8°.

Astronomische Nachrichten. Nr. 1886. (Bd. 79. 14.) Altona, 1872; 4°.

Bericht des k. k. Krankenhauses Wieden vom Solar-Jahre 1870. Wien, 1872; 8°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXIV, Nrs. 16—17. Paris, 1872; 4°.

Gesellschaft, geographische, in Wien: Mittheilungen. Bd. XV (neuer Folge V.), Nr. 4. Wien, 1872; 8°.

— österr., für Meteorologie: Zeitschrift. VII. Band, Nr. 9. Wien, 1872; 4°.

— Deutsche geologische: Zeitschrift. XXIII. Band. 4. Heft. Berlin, 1871; 8°.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXXIII. Jahrgang. Nr. 17—18. Wien, 1872; 4°.

Grunert, Joh. Aug., Archiv der Mathematik & Physik. LIV. Theil, 2. Heft. Greifswald, 1872; 8°.

Hugo, Le C[te] Léopold, Les cristalloïdes complexes à sommet étoilé et les solides imaginaires. Paris, 1872; 8°.

Institut Royal Grand-Ducal de Luxembourg: Publications Tome XII. Luxembourg, 1872; 8°.

Instituut, k., voor de taal-, land- en volkenkunde van Nederlandsch-Indië: Bijdragen. III. Volgrecks. VI. Deel, 2. Stuk. 'SGravenhage, 1872; 8°.

Jahrbuch, Neues, für Pharmacie und verwandte Fächer, von F. Vorwerk. Band XXXVII, Heft 3. Speyer, 1872; 8°.

Journal für praktische Chemie von H. Kolbe. N. F. Band V, 6. Heft. Leipzig, 1872; 8°.

Landbote, Der steirische. 5. Jahrgang, Nr. 9. Graz, 1872; 4°.

Landwirthschafts-Gesellschaft, k. k.; in Wien: Verhandlungen und Mittheilungen. Jahrgang 1872, Nr. 10. Wien; 8°.

Moniteur scientifique. 364e Livraison. Paris, 1872; 4°.

Nature. Nr. 130, Vol. V; Nr. 131, Vol. VI. London, 1872; 4°.

Onderzoekingen gedaan in het Physiologisch Laboratorium der Utrechtsche Hoogeschool. III. Recks. I, Aflev. 2. Utrecht, 1872; 8°.

Osservatorio del R. Collegio Carlo Alberto in Monealieri: Bullettino meteorologico. Vol. VI, Nr. 4. Torino, 1871; 4°.

Reichsanstalt, k. k. geologische: Verhandlungen. Jahrgang 1872, Nr. 7. Wien; 4°.

„Revue politique et litteraire" et „La Revue scientifique de la France et de l'étranger." Ire Année (2e Série), Nrs. 44—45. Paris & Bruxelles, 1872; 4°.

Société philomatique de Paris: Bulletin. Tome VIIe. Janvier—Décembre 1871. Paris; 8°.

Society, The R. Asiatic, of Great Britain & Ireland: Journal. N. S. Vol. V, Part 2. London, 1871; 8°.

Steur, Ch., Ethnographie des peuples de l'Europe avant Jésus-Christ etc. Tome Ier. Bruxelles, Paris & Londres, 1872; 4°.

Tommasi, Donato, Sur un nouveau dissolvant de l'iodure plombique et de son application à la pharmacie. Paris, 1872; 8°. — Action de l'iodure plombique sur quelques acétates métalliques. Paris, 1872; 8°. — Sur une combinaison de bioxyde de chrome et de dichromate potassique, dichromate kalichromique. Paris; 4°.

Verein, naturhistor.-medizin., zu Heidelberg: Verhandlungen. Band VI, I. Heidelberg; 8°.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXII. Jahrgang, Nr. 17—18. Wien, 1872; 4°.

Zeitschrift des österr. Ingenieur- und Architekten-Vereins. XXIV. Jahrgang, 6. Heft. Wien, 1872; 4°.

Paläontologische Studien über die älteren Tertiärschichten der Alpen.

Von dem w. M. Prof. Dr. Ritter v. **Reuss.**

Dritte Abtheilung.

(Auszug aus einer für die Denkschriften bestimmten Abhandlung.)

Die vorgelegte Abhandlung ist die dritte und letzte Abtheilung einer grösseren monographischen Arbeit, welche die Untersuchung der fossilen Anthozoen und Bryozoen des Vicentinischen Tertiärs zum Gegenstande hat. Die ersten zwei Abtheilungen sind schon früher im 28. und 29. Bande der Denkschriften der k. Akademie veröffentlicht worden und haben sich mit den Faunen der höheren Niveau's beschäftigt, während die jetzige Arbeit die Korallen der ältesten Tertiärschichten des genannten Gebietes einer näheren Prüfung unterzieht.

In der Reihenfolge der Tertiärschichten des Vicentinischen Gebietes, wie dieselbe uns neuerlichst Prof. Suess hat kennen gelehrt, findet man fünf Horizonte, welche fossile Korallen führen. Von denselben gehören Gomberto, Sangonini und Crosara der oberen, S. Giovanni Ilarione und Ronca der unteren Tertiärabtheilung an.

Die Korallenfauna des obersten Horizontes — der Schichtengruppe von Castelgomberto — ist im 28. Bande der Denkschriften ausführlich geschildert worden und hat neuerdings wieder eine beträchtliche Erweiterung erfahren, die in der vorliegenden Abhandlung näher dargelegt wird. Bisher umfasst sie schon 96 Species. Sie zeigt eine wesentliche Übereinstimmung mit jener von Oberburg in Südsteiermark und vom Waschberg bei Stockerau und kann mit diesen, so wie mit der Fauna von Gaas in Süd-

frankreich parallelisirt werden. Die sie beherbergenden Schichten dürften dem Oberoligocän zugerechnet werden.

Die etwas tiefer liegenden Faunen von Sangonini und Crosara haben im 29. Bande der Denkschriften ihre Besprechung gefunden. Sie sind ohne Zweifel ebenfalls dem Oligocän zuzurechnen; obgleich die Korallen und Bryozoen für sich allein nicht hinreichen, um denselben eine bestimmte Stelle innerhalb dieser Schichtengruppe zuzuweisen.

Die Fauna von Gomberto — die formenreichste von allen — und jene von Crosara — mit 52 bisher bekannten Arten — zeigen in ihrer Gesamtphysiognomie eine grosse Analogie. Ihr Character wird vorzugsweise durch das Vorwalten zahlreicher und grosser Species aus der Gruppe der Calamophyllideen, Maeandrinideen und Astraeaceen bezeichnet, die zu einer so massenhaften Entwicklung gelangen, dass sie wahrhaft riffbildend auftreten. Trotz der bedeutenden Analogie im Gesamthabitus gibt sich aber doch im Detail eine genügende Verschiedenheit kund, um beide Faunen von einander gesondert zu halten.

Von denselben weicht die Anthozoenfauna von Sangonini sehr auffallend ab, nicht nur durch ihre Formenarmuth, sondern auch durch den Mangel der grossen, zusammengesetzte Stöcke bildenden Korallen, deren Stelle kleine Einzelkorallen — Caryophyllideen und Turbinolideen — einnehmen. Sie nähert sich dadurch vielmehr jener des deutschen Oligocäns. Die beträchtlichen Abweichungen der Korallenfaunen des Vicentinischen Oligocäns dürften jedoch grossentheils nur als Faciesverschiedenheiten aufzufassen sein, hervorgegangen aus der beträchtlichen Verschiedenheit ihrer Lebensverhältnisse. Die Fauna von Gomberto ist eine wahre Kalkfauna, jene von Sangonini eine Fauna basaltischer Tuffe, während kalkig-sandige Mergel und Conglomerate das Grab der Crosara-Fauna bilden.

Der erste Abschnitt der vorgelegten Abhandlung bespricht die Korallenfauna von S. Giovanni Ilarione. Sie hat bisher 35 bestimmbare Species geliefert, von welchen 10 den Einzelkorallen angehören. Die reihenförmig zusammenfliessenden Formen, die in den jüngeren Tertiärfaunen des Vicentins eine so wichtige Rolle spielen, werden nur durch eine kleine Diploria (*D. flexuo-*

sissima d'Ach.) vertreten und auch die Astraeaceen haben nur Arten von geringem Volumen geliefert. Diese Eigenthümlichkeiten ertheilen der Fauna von Giovanni Ilarione, welche überdies mit den jüngeren Faunen nur wenige Species gemeinschaftlich besitzt, einen auffallenden Character, der eine grosse Übereinstimmung mit der Korallenfauna des Eocäns z. B. des Grobkalkes von Paris und der Eocänschichten der Pyrenäen verräth.

Wenngleich nur wenige identische Species in beiden wiederkehren, so begegnen wir darin doch beinahe denselben Gattungen und nicht wenigen analogen stellvertretenden Arten. Es führen daher schon die Korallen zu dem Schlusse, dass die Schichtengruppe von S. Giovanni Ilarione in die eocäne Tertiärperiode zu versetzen sei — eine Ansicht, welche in der Vergleichung der Fossilreste aus den übrigen Thierclassen ihre volle Bestätigung findet.

Die Korallen der Tuffe von Ronca, welche den Gegenstand des zweiten Abschnittes der vorgelegten Arbeit bilden, haben bisher nur acht Arten dargeboten und schliessen sich an die eben besprochene Fauna zunächst an; ja vier Arten sind beiden gemeinschaftlich, so dass ihre grosse Verwandtschaft nicht bezweifelt werden kann.

Während also die Schichten von Gomberto, Sangonini und Crosara, sowie die bryozoenreichen Mergel von Priabona dem Oligocän angehören, müssen die zuletzt besprochenen Horizonte von Giovanni Ilarione und Ronca offenbar dem Eocän zugerechnet werden.

Der dritte Abschnitt der Abhandlung bringt Zusätze zu den schon früher publicirten zwei Abtheilungen. Besonders die Fauna von Gomberto hat durch die Untersuchung neuen, der k. k. geologischen Reichsanstalt zugekommenen Materiales eine nicht unbeträchtliche Bereicherung erfahren, theils durch Hinzukommen neuer Species, theils durch über schon bekannte Arten gewonnene umfassendere Aufschlüsse. Es wurde dadurch möglich, einige Species schärfer zu bestimmen oder genauer zu umgrenzen. Letzteres ist besonders bei den äusserst formenreichen und daher sehr wandelbaren Arten der Gattung *Plocophyllia* der Fall gewesen.

Den Schluss der Abhandlung bildet ein alle drei Abtheilungen umfassendes Namenregister, das sich als zur rascheren Orientirung unentbehrlich erwiesen hat.

Auf den beigegebenen 20 Tafeln sind theils die neuen Arten, theils besser erhaltene Exemplare oder bisher nicht berücksichtigte Formen schon bekannter Arten in treuer bildlicher Darstellung gegeben worden.

XIV. SITZUNG VOM 16. MAI 1872.

In Verhinderung des Präsidenten führt Herr Hofrath Freih. v. Burg den Vorsitz.

Herr Joh. Gleissner, k. k. Artillerie-Hauptmann und Prof. an der militär-technischen Schule zu Mährisch-Weisskirchen, berichtet mit Schreiben vom 12. Mai über einen von ihm in der Brust einer Ringeltaube vorgefundenen, von einem alten Schusse herrührenden, eingekapselten Federpfropf nebst Bleischrot, und übersendet das betreffende Präparat.

Herr Prof. Dr. E. Suess legt im Namen des Herrn Prof. Makowski in Brünn ein Exemplar eines fossilen, im Rothliegenden der Cerna Hora bei Brünn aufgefundenen fossilen Reptils vor.

Der Secretär v. Schrötter überreicht eine vorläufige Mittheilung: „Über ein zweckmässiges Verfahren zur Gewinnung des Tellurs aus der Tellurschliche von Nagyág in Siebenbürgen".

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Accademia Pontifica de' Nuovi Lincei: Atti. Anno XXV, Sess. 4ª. Roma, 1872; 4⁰.

Akademie, Südslavische, der Wissenschaften und Künste: Rad. Knjiga XVIII. U Zagrebu, 1872; 8⁰. — Pisani zakoni na slovenskom jugu. Bibliografski nocrt. Dra V. Bogišića. I. U Zagrebu, 1872; 8⁰.

Annalen der Chemie und Pharmacie, von Wöhler, Liebig & Kopp. N. R. Band LXXXVI, Heft 2 & 3. Leipzig & Heidelberg, 1872; 8⁰.

Annales des mines. VIe Série. Tome XX, 5e & 6e Livraisons de 1871. Paris; 8⁰.

Apotheker-Verein, allgem. österr.: Zeitschrift. 10. Jahrgang, Nr. 14. Wien, 1872; 8°.

Bibliothèque Universelle & Revue Suisse: Archives des sciences physiques et naturelles. N. P. Tome XLIII[e], Nr. 172. Génève, Lausanne, Paris, 1872; 8°.

Canestrini, Giovanni, Gli Opilionidi Italiani. (Estr. dagli Annali del Museo civ. di Storia Nat. di Genova. Vol. II.) 8°.

Comitato, R., geologico d'Italia: Bollettino. Anno 1872. Nr. 1 & 2. Firenze; 8°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXIV, Nr. 18. Paris, 1872; 4°.

Eichwald, Ed. von, Analecten aus der Paläontologie und Zoologie Russlands. Moskau, 1871; 4°.

Gesellschaft, Senckenbergische naturforschende: Abhandlungen. VIII. Bandes 1. & 2. Heft. Frankfurt a. M., 1872; 4°. — Bericht. 1870—1871. Frankfurt a. M.; 8°.

Gewerbe-Verein, n.-ö., Wochenschrift. XXXIII. Jahrgang, Nr. 19—20. Wien, 1872; 4°.

Grad, Charles, Essais sur le climat de l'Alsace et des Vosges. Mulhouse, 1870; 8°.

Greifswald, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften seit dem Sommer-Semester 1871. 4° & 8°.

Jena, Universität, Akademische Gelegenheitsschriften aus dem Jahre 1871/72. 4° & 8°.

Landbote, Der steirische. 5. Jahrgang, Nr. 10. Graz, 1872; 4°.

Landwirthschafts-Gesellschaft, k. k., in Wien: Verhandlungen und Mittheilungen. Jahrgang 1872, Nr. 11. Wien; 8°.

Mittheilungen des k. k. techn. & administr. Militär-Comité. Jahrgang 1872, 5. Heft. Wien; 8°.

— aus J. Perthes' geographischer Anstalt. 18. Band, 1872. IV. Heft. Gotha; 4°.

Nature. Nr. 132, Vol. VI. London, 1872; 4°.

Reichsanstalt, k. k. geologische: Verhandlungen. Jahrgang 1872, Nr. 8. Wien; 4°.

„Revue politique et littéraire" et „La Revue scientifique de la France et de l'étranger." I[re] Année. (2[e] Série), Nr. 46. Paris & Bruxelles, 1872; 4°.

Ross, Alexander Milton, The Birds of Canada. Toronto, 1871; kl. 8⁰.

Tschermak, Gustav, Mineralogische Mittheilungen. Jahrgang 1872. Heft 1. Wien; kl. 4⁰.

Verein, Offenbacher, für Naturkunde: XI. & XII. Bericht. 1869—1870 & 1870—1871. Offenbach a. M.; 8⁰.

Vierteljahresschrift für wissenschaftliche Veterinärkunde. XXXVII. Band, 1. Heft. Wien, 1872; 8⁰.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXII. Jahrgang, Nr. 19. Wien, 1872; 4⁰.

Zeitschrift für Chemie, von Beilstein, Fittig & Hübner. XIV. Jahrgang. N. F. VII. Band, 20. & 21. Heft. Leipzig, 1871; 8⁰.

— für die gesammten Naturwissenschaften, von C. G. Giebel. N. F. 1871. Band IV. Berlin; 8⁰.

XV. SITZUNG VOM 31. MAI 1872.

Herr Prof. Dr. Czyrniański übersendet eine Abhandlung: „Über das Wirken der Atome in den Molecülen".

Herr Director Dr. J. Stefan überreicht folgende zwei Abhandlungen:

1. „Anwendung des Chronoskops zur Bestimmung der Schallgeschwindigkeit im Kautschuk";

2. „Über Schichtungen in schwingenden Flüssigkeiten".

Herr Prof. Dr. V. v. Lang legt eine Abhandlung: „Zur dynamischen Theorie der Gase II," vor.

Herr Dr. Friedr. Brauer übergibt eine Abhandlung, betitelt: „Beiträge zur Kenntniss der Phyllopoden".

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Accademia, Reale, dei Lincei: Atti. Tomo XXIV. Sess. 5ª—7ª Roma, 1871 & 1872; 4⁰.

Akademie der Wissenschaften, Königl. Preuss., zu Berlin: Monatsbericht. Februar 1872. Berlin; 8⁰.

— — Königl. Bayer., zu München: Sitzungsberichte der math. physik. Classe. 1872. Heft. 1. München; 8⁰.

Apotheker-Verein, allgem.-österr.: Zeitschrift. 10. Jahrgang, Nr. 15—16. Wien, 1872; 8⁰.

Astronomische Nachrichten. Nr. 1887—1888. (Bd. 79. 15—16.) Altona, 1872; 4⁰.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXIV, Nrs. 19—20. Paris, 1872; 4⁰.

Gesellschaft, österr., für Meteorologie: Zeitschrift. VII. Bd., Nr. 10. Wien, 1872; 4⁰.

— Physikal.-Medicin., in Würzburg: Verhandlungen. N. F. II. Band, 4. (Schluss-)Heft. Würzburg, 1872; 8⁰.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXXIII. Jahrgang, Nr. 21—22. Wien, 1872; 4⁰.

Heidelberg, Universität: Akadem. Gelegenheitsschriften aus dem Jahre 1871/72. 4° & 8°.

Istituto, Reale, Veneto di Scienze, Lettere ed Arti: Memorie. Vol. XVI, Parte 1. Venezia, 1872; 4°. — Atti. Tomo I°, Serie IV°, Disp. 5°. Venezia, 1871—72; 8°.

Journal für praktische Chemie, von H. Kolbe. N. F. Band V, 7. & 8. Heft. Leipzig, 1872; 8°.

Landbote, Der steirische. 5. Jahrgang, Nr. 11. Graz, 1872; 4°.

Landwirthschafts-Gesellschaft, k. k., in Wien: Verhandlungen und Mittheilungen. Jahrgang 1872. Nr. 12—13. Wien; 8°.

Lotos. XXII. Jahrg. April 1872. Prag; 8°.

Nature. Nrs. 133—134, Vol. VI. London. 1872; 4°.

Reichsanstalt, k. k. geologische: Jahrbuch. Jahrgang 1872. XXII. Band, Nr. 1. Wien; 4°.

„Revue politique et littéraire" et „La Revue scientifique de la France et de l'étranger." Ire Année (2e Série) Nrs. 47—48. Paris & Bruxelles, 1872; 4°.

Schenk, S. L., Anatomisch-physiologische Untersuchungen. Wien, 1872; 8°.

Société Botanique de France: Bulletin. Tome XVIIIe, 1871. Comptes rendus des séances. 2. Paris; 8°.

— des Ingénieurs civils: Séance du 3 Mai 1872. Paris; 8°.

— Linnéenne de Bordeaux: Actes. Tome XXVII (3e Série, Tome VII), 2e Partie; Tome XXVIII (3e Série, Tome VIII). 1re Partie. Paris & Bordeaux, 1872; 8°.

Verein für siebenbürgische Landeskunde: Archiv. N.F. IX. Bd., 3. Heft (1871); X. Band, 1. Heft (1872). Hermannstadt; 8°. — Jahresbericht für das Vereinsjahr 1870/71. Hermannstadt; 8°. — Trausch, Jos., Schriftsteller-Lexicon etc. II. Band. Kronstadt, 1870; 8°.

Verein der Freunde der Naturgeschichte in Mecklenburg: Archiv. 25. Jahr. Neubrandenburg, 1872; 8°.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXII. Jahrgang, Nr. 20—21. Wien, 1872; 4°.

Zeitschrift des österr. Ingenieur- & Architekten-Vereins. XXIV. Jahrgang, 7. Heft. Wien, 1872; 4°.

Beiträge zur Kenntniss der Phyllopoden.

Von Dr. **Friedrich Brauer.**

(Mit 1 Tafel.)

Durch v. Siebold's[1] Beobachtungen über die Thelytokie bei *Apus cancriformis* L. hat die Frage über die Fortpflanzung dieses Thieres wieder ein neues Interesse gewonnen, obschon mehrere sehr genaue Arbeiten hierüber bereits erschienen sind.

Ich halte es daher für angezeigt, einige Beobachtungen, welche in dieser Richtung von mir gemacht wurden, jetzt schon zu veröffentlichen, obgleich dieselben noch nicht zu einem allseitigen Abschlusse gebracht werden konnten.

Diese Beobachtungen stellte ich an Kiefenfüssen an, welche nach der von Prazak angegebenen, durch Fritsch[2] veröffentlichten Methode in Aquarien gezogen wurden. Diese Methode, welche ich durch zahlreiche Versuche wesentlich verbessern konnte, werde ich später mittheilen, und beschränke mich vorerst darauf, die erlangten Resultate vorzulegen.

Im Herbste 1871 glückte es mir, eine grosse Anzahl des *Apus cancriformis* gross zu ziehen und darunter auch ein Männchen. Als ich eines Morgens an mein Aquarium trat, fiel mir die grosse Bewegung in demselben auf; circa 20 Weibchen schwammen beständig an der Oberfläche des Wassers umher, wie dies von den Thieren im Freien an warmen Sommerabenden ausgeführt werden soll, dagegen sass ein kleineres, heller braunrothes Individuum[3] in der Ecke des Aquariums an der grünbewachsenen senkrechten Wand. Dieses entfernte sich fast stets auf An-

[1] Beiträge zur Parthenogenesis der Arthropoden. Leipzig 1871.

[2] Verh. d. k. k. zool.-bot. Gesellsch. zu Wien. T. XVI, p. 557.

[3] Die Grösse der Thiere war nach der Länge des Schildes bei den Weibchen 17—20 Mm., bei dem Männchen 14 Mm.



näherung eines Weibchens von seinem Platze, auf dasselbe zuschwimmend, wendete es sich unter dasselbe, setzte sich auf den Rückenschild desselben fest, wobei der ganze Körper eine gekrümmte, fast buckelige Stellung annahm, und wiederholt, wie krampfhaft, zusammenzuckte. Dabei suchte dasselbe, mit dem Leibe herumtastend, über den hinteren Rand des Schildes des Weibchens mittelst des Körperendes hinaus zu gelangen und schlug dann mehrmals und sehr rasch das ganze vom Schilde nicht bedeckte Abdomen um den Schildrand des Weibchens herum an dessen Bauchseite an. (Siehe die oberen Figuren der beigegebenen Tafel.) Diese Bewegungen waren jenen ganz ähnlich, welche das Männchen von *Branchipus* während des Begattungsactes mit seinem Leibe vollführt, so dass ich keinen Zweifel mehr hatte, dass jenes kleinere Individuum das Männchen und der ganze Vorgang nichts anderes als die Befruchtung der Kiefenfüsse sei. Das Männchen wiederholte diesen Act bald bei allen vorhandenen Weibchen durch mehrere Tage hindurch, dann trat eine Pause ein, während welcher sich beide Geschlechter häuteten, worauf dasselbe Schauspiel aufs neue begann.

Während des Begattungsactes kommen die Eiertaschen des Weibchens beiläufig mit dem 11. Fusspaare des Männchens in der Biegung zusammen, der ganze Vorgang läuft übrigens so schnell ab, die Thiere sinken dabei unter und wenden sich mehrmals um, dass es schwer hält, über die Lage der Körpertheile zu einander ein klares Bild zu erhalten.

Durch eine später vorgenommene anatomische Untersuchung des Männchens fand ich meine Ansicht vollkommen bestätigt, es zeigte noch reich mit Samenzellen gefüllte, fingerförmig verzweigte Hodenschläuche, wie dieselben von Kozubowsky [1] beschrieben wurden. Eine weitere Entwicklung dieser zellenförmigen Spermatozoiden konnte ich an dem, noch kurz vor der Untersuchung in voller Thätigkeit gesehenen Männchen nicht entdecken, auch die von Brühl [2] angegebene Bewegung der Samenzellen habe ich nicht gesehen. Die Begattung oder rich-

[1] Archiv für Naturgesch. T. 23.

[2] Verh. d. k. k. zool.-bot. Gesellsch. Wien. T. X. 1860, p. 120.

tiger Befruchtung der Kiefenfüsse, wie sie von Kozubowsky[1] beschrieben wird, erscheint verschieden von der eben besprochenen. Kozubowsky sagt: „Schon seit einigen Jahren beschäftige ich mich mit diesen Crustaceen, doch habe ich sie niemals während des Tages auf der Wasseroberfläche schwimmen gesehen, sie zeigen sich auf der Oberfläche des Wassers erst während eines warmen und ruhigen Abendes, und einige von ihnen, indem sie unter die Oberfläche des Wassers kommen, wenden sich mit dem Bauche nach oben, halten sich in dieser Lage einige Zeit auf und machen mit allen Füssen eine leicht wellenförmige Bewegung, die sich auch der Wasseroberfläche mittheilt. Es kann gegenwärtig mit grosser Sicherheit vorausgesetzt werden, dass dies lauter Weibchen sind, während die übrigen, u. z. die Männchen, schnell auf der Oberfläche schwimmen, den ruhigen Weibchen nachjagen und fortwährend von einer zur anderen überlaufen. Diese den Weibchen gemachten Besuche sind gewiss nichts anderes als eine Befruchtung derselben, denn selbst der Bau und die Art des Öffnens der Eiertaschen erlauben, den Schluss zu machen, dass das Weibchen während der Befruchtung mit dem Bauche nach oben gewendet sein muss, damit der männliche Same leichter in die dazu offene Tasche gelangen kann." Soweit Kozubowsky's Mittheilung. Wenn diese Beobachtung in Betreff des Benehmens der Weibchen auch vollständig mit meiner übereinstimmt, so weicht sie doch dadurch gänzlich davon ab, dass nach Kozubowsky das Männchen nur über die Bauchseite der Weibchen hinüberläuft, und dabei ohne weitere innigere Berührung und Umfassung eines jeden derselben allgemein seinen Samen entleert. Nach Kozubowsky müssten bei der Befruchtung die Bauchseiten beider Geschlechter einander zugekehrt sein, wogegen ich beobachtete, dass das Männchen sich auf den Schild des Weibchens festsetzte, und von hier aus mit seinem Leibe jenen des Weibchens zangenartig umgreift, so dass beide Thiere über einander gelagert sind, wobei das Körperende des Männchens unter die Bauchseite des Weibchens geschlagen ist; hierbei zuckt der Leib des Männchens schnell nach einander zu einer engeren Krümmung zusammen,

[1] L. c. p. 316.

wodurch wahrscheinlich der Same erst entleert wird. Ob der letztere in die Eiertaschen oder direct in den Eiergang gelangt, ist mir nicht nachzuweisen gelungen, und bei der bekannten Beschaffenheit der Samenzellen dieser Thiere ist dieser Nachweis ein sehr schwieriger, der bis jetzt auch den früheren Untersuchern v. Siebold und Kozubowsky nicht gelungen ist. Aus dem Umstande indess, dass die in der Eiertasche angesammelten Eier bereits eine ziemlich derbe Schale und ein Exochorion besitzen, vermuthet v. Siebold, einer brieflichen Mittheilung zufolge [1], dass der Same in die Eileiter eindringt und bis zu jener Stelle vordringt, an welcher sich die Dotter der einzelnen Keimfächer mischen. Aus dieser Ansicht folgt jedoch auch, dass es nicht nothwendig sei, dass der Same in die Eiertasche gelange, wie Kozubowsky vermuthete, daher auch die Stellung bei der Befruchtung keineswegs durch die Lage der Eiertaschenspalte bedingt sein kann.

Ein zweiter Versuch mit einem Schlamme aus derselben Pfütze lieferte mir zwei Männchen und mehrere Weibchen, an denen ich ganz dieselben Beobachtungen machen konnte. Von diesen setzte ich ein Männchen und eilf Weibchen in ein kleineres Aquarium um, auf dessen Grunde eine vorher geglühte und im Wasser ausgelaugte Gartenerde, welche also gänzlich frei von Eiern der Kiefenfüsse war, gelegt wurde. Nachdem die eingesetzten Kiefenfüsse einige Tage — vom 17. December bis 20. — darin gelebt hatten, während welchen das Männchen wiederholt die Begattung vollzog, wurde der Schlamm trockengelegt und am 16. Jänner d. J. wieder neuerdings Wasser aufgegossen. Schon am 18. Jänner zeigten sich junge Kiefenfüsse in *Nauplius*-Form und erlangten ihre Reife am 14. Februar. Es waren zwölf Männchen und fünf Weibchen. Die Männchen hatten somit in der zweiten Generation auffallend überhandgenommen. Am 24. Februar wurde der Schlamm neuerdings getrocknet und am 25. März ein Aufguss gemacht. Am 18. April erschienen zehn *Apus*, welche am 18. Mai die Reife erlangten. Es waren zwei Männchen und acht Weibchen. Dass bei diesen Versuchen stets beide Geschlechter erschienen, darf wohl nicht auffallen,

[1] Siehe auch l. c. Taf. II, Fig. 4.

da nicht anzunehmen ist, dass alle Eier bei der grossen Zahl und der fortwährenden Bildung derselben befruchtet werden und nicht einige dadurch übrig blieben, weil sie eben schon vor dem Besuche des Männchens sich in der Eiertasche befanden und durch die dicke Schale für den Samen unzugänglich waren.

Ich stellte weiters einen Gegenversuch an, denselben, welchen bereits Schäffer [1] ausführte. Ich zog im Jänner einen *Apus* vom *Nauplius*-Stadium angefangen isolirt auf, u. z. in Betreff des Schlammes mit derselben Vorsicht, wie bei den vorerwähnten Versuchen. Dieser isolirt gehaltene weibliche *Apus* starb im Februar, der Schlamm wurde getrocknet und im März ein Aufguss versucht. Es entwickelten sich aus den nicht befruchteten Eiern neun Kiefenfüsse, sämmtlich Weibchen, welche bis 24. April lebten. Ein abermaliges Trocknen und Aufgiessen lieferte am 8. Mai einen weiblichen *Apus* als dritte Generation. Sehr viele Eier, obschon ganz frisch und mit rosenrothem Dotter gefüllt, blieben unentwickelt und sind später bei wiederholten Versuchen ausgefallen.

Die hier aufgeführten Versuche bewiesen aufs neue die von v. Siebold vertretene Ansicht über die Fortpflanzung dieser Gattung. War auch der zuletzt angegebene Versuch bereits vor 100 Jahren durch Schäffer gemacht worden, so ist der erstere mit der zweigeschlechtlichen Generation, der im Aquarium zum ersten Male durchgeführt wurde, sehr für den Ausspruch v. Siebold's beweisend, dass nämlich aus befruchteten Eiern der Kiefenfüsse deren Männchen hervorgehen.

Der von Kozubowsky [2] gegebenen Beschreibung des Männchens kann ich noch ein wichtiges Moment hinzufügen; es besitzt nämlich das Männchen stets um ein fussloses Segment mehr als das Weibchen. Ich habe dieses Merkmal nicht nur bei *Apus cancriformis*, sondern auch bei *Apus numidicus* Grube in vielen Exemplaren nachweisen können. Letztere Art sendete Herr E. Marno an das kaiserl. zoologische Museum aus Chartum, u. z. beide Geschlechter in ziemlich gleicher Zahl.



[1] Der krebsartige Kiefenfuss, p. 118.

[2] L. c.



Bisher wurde die Zahl der fusslosen Segmente bei *A. cancriformis* 5—6 angegeben [1]. Fünf fand ich nie; es wäre aber ausnahmsweise möglich, da zuweilen einzelne Segmente nur einseitig getrennt, also theilweise verwachsen sind.

Bei *Apus productus* werden 5, bei *glacialis* 4, bei *longicaudatus* 16 fusslose Segmente angegeben, ohne Rücksicht auf das Geschlecht. Auch Lubbock [2] sagt nichts in der Beschreibung des Männchens von *A. productus* von einer vom Weibchen verschiedenen Segmentzahl.

Da mir von *Apus numidicus* grosse Exemplare vorliegen, so gebe ich in Vergleich mit *A. cancriformis* folgende Masse an, die dessen Beschreibung von Grube ergänzen mögen, obschon die Abbildung als vortrefflich bezeichnet werden kann.

	Apus cancriformis L.		*Apus numidicus* Grube	
	Weibchen	Männchen	Weibchen	Männchen
Fusslose Segmente . .	6	7	8	9
Zahl d. Zähne im Schildausschnitt	28—30 grössere, d. h. je 14—15	26 Mittel- u. Seitenzahn stärker	50 kleine Zähne	42 kleine
Länge des Schildes in der Mittellinie . . .	16—26 Mm. u. darüber	9½—11—16 Mm.	22 Mm.	18 Mm.
Breite des Schildes . .	15—24 „	9½—11—16 Mm.	23 „	20 „
Länge der Geisseln des 1. Beinpaares	16—25 „ 10—18 „ 3—8 „	15 Mm. 11 „ 4½ „	18 „ 11 „ 4 „	19 „ 11 „ 7 „
Schwanzborsten . . .	27—40 „	17 „	26 „	26 „
Eiertaschen	mässig gross	.	sehr gross	.

[1] Grube, Archiv f. Naturg. T. 19, p. 150.
[2] Trans. Lim. Soc. Vol. XXIV, p. 205.

Die Zahl der fusslosen Segmente ist somit nicht nur ein Geschlechts-, sondern theilweise auch ein Artcharakter. — Bei den Weibchen beider Arten sehe ich am oberen Rande des 11. Fusspaares neben der Eiertasche ein kleines, bisher übersehenes Rudiment der Kiemenlamellen.

Die zerstreuten Fundstellen der Phyllopoden und deren unregelmässiges Erscheinen an diesen machen es schwierig, diese Thiere in der Natur zu beobachten. Wenn nun auch Zaddach[1] und vor diesem Schäffer[2] den Kiefenfuss aus Eiern in Aquarien erzogen, und Letzterer sogar durch mehrere Generationen, so war es doch vorzüglich erst Prazak[3], durch welchen eine genaue Methode angegeben wurde, den *Apus cancriformis* und die *Branchipus*-Arten aus Eiern gross zu ziehen, sowie derselbe feststellte, dass die Eier dieser Crustaceen nicht allein, wie man bereits wusste, ein Vertrocknen des Bodens ertrügen, sondern dieses Vertrocknen des Bodens gerade die Hauptbedingung zur nachherigen Entwicklung derselben im Wasser sei. Ich verschaffte mir das Beobachtungsmateriale, da ich nirgends lebende Phyllopoden finden konnte, einfach dadurch, dass ich aus einer vertrockneten Pfütze, in welcher im Jahre 1866 von den Herren Grunow und Eulenstein eine Massenerscheinung von *Apus*, *Branchipus* und *Limnadia* beobachtet wurde, einige Erdschollen nach Hause trug und mit Wasser Aufgüsse machte. Es zeigte sich, dass in jedem Stückchen dieser Erde schon 5—6 Eier von *Apus* und *Branchipus* waren und zur Entwicklung kamen. Man könnte auf diese Weise die Phyllopoden aller Welttheile lebend erhalten und deren Entwicklung studiren. Sollen jedoch die aus den Eiern geschlüpften jungen Phyllopoden gross gezogen werden, so sind gewisse Vorsichten nothwendig, die ich hier anzuführen nicht für überflüssig halte, da ich bereits von mehreren Seiten um Angabe meiner Zuchtmethode brieflich ersucht wurde. Man richtet sich zwei Aquarien, ein kleineres — etwa ein Glas von circa 3 Zoll Durchmesser und 2 Zoll Höhe — und ein grösseres, z. B. eine pneumatische Wanne von circa 8—10 Zoll

[1] De Apodis cancr. anatome. Bonn 1841.
[2] L. c. p. 118.
[3] L. c.

Länge, 5 Zoll Breite und 4 Zoll Höhe auf diese Weise vor, dass man in denselben gewöhnliche Ackererde mit Wasser aufgiesst und den Aufguss so lange stehen lässt, bis sich an der Glaswand ein grüner Algenbeschlag zeigt. Selbstverständlich müssen, wie überhaupt alle Aquarien, auch diese mit einer Glasplatte gedeckt werden, um den Staub abzuhalten. Sobald sich nun der grüne Beschlag gebildet hat, leert man den Inhalt des kleineren Aquariums wieder aus, giesst bis zur halben Höhe Wasser in dasselbe, und legt nun etwa einen Quadratzoll von dem getrockneten Schlamme aus der Phyllopoden-Lache hinein, der bis zum nächsten Tage hinreichend weich wird, und dann durch Zugiessen von Wasser und durch Umrühren am Boden gleichmässig ausgebreitet wird, um die darin enthaltenen Eier frei zu machen. Diese steigen meist an die Oberfläche; man kann die grösseren rothbraunen *Apus*- und die kleineren meist zusammengeballten schwarzen *Branchipus*-Eier leicht erkennen. Im Sommer kriechen die Eier schon am zweiten Tage, im Winter im geheizten Zimmer oder bei kälteren Nächten im Herbste erst nach 8 Tagen oder selbst nach 3 Wochen aus. Der *Nauplius* des *Apus* ist sehr unbehilflich, während der von *Branchipus* und *Estheria* weit beweglicher als das vollendete Thier sind. Der neugeborne *Apus* sinkt zu Boden, schwimmt schwerfällig wieder an die Oberfläche mit hüpfender Bewegung und sucht sich mit einer seiner Ruderantennen an der Glaswand zu fixiren, an welcher Stelle er dann, mehr weniger oscillirend, haften bleibt, bis die erste Häutung erfolgt, deren Eintritt je nach der Temperatur sehr verschieden ist. Es scheint auch, dass der junge *Apus* im ersten Stadium keine Nahrung zu sich nimmt und noch von dem im Leibe befindlichen Reste des rosenrothen Dotters zehrt, dadurch allmälig heller wird, bis er im dritten Stadium bereits ganz glashell oder leicht gelblich erscheint (siehe Zaddach l. c. Taf. IV, Fig. III, 1. Stadium, Fig. IV *a*, 2. Stadium und Fig. V, 3. Stadium). Im zweiten und dritten Stadium bewegt sich der Kiefenfuss schon rascher, schwimmt leichter und zeigt schon deutlich durch seinen grünlich oder dunkel durchscheinenden Darm, dass er von den Algen und Infusorien gezehrt hat. Haben die jungen Kiefenfüsse das dritte und vierte Studium erreicht, so werden in das Aquarium kleine, etwa eine

Quadratlinie messende Stücke rohes Rinderherz gelegt, und diese täglich erneuert. Mit Eintritt der grösseren Reife der Thiere, welche man vom Stadium l. c. Fig. XXIII an rechnen kann, beginnen sie, u. z. namentlich die gewöhnlich häufigeren Weibchen, zu wühlen, das Wasser trübt sich. Um nun das Futter leicht erneuern und wechseln zu können, wird es an einen Bindfaden befestigt.

Man kann nun die Thiere von zwei Linien Schildlänge mit einer Glasröhre aus dem kleineren Aquarium ausheben und in das oben angegebene unverändert belassene grössere Behältniss umsetzen [1], in welchem sie dann, wie zuletzt erwähnt wurde, gefüttert wurden.

Prazak empfiehlt als Futter todte Regenwürmer, doch verschlechtern diese leicht das Wasser und sind in grossen Städten nicht so leicht zu haben. Für jeden weiteren Versuch, z. B. zum Zwecke der Isolirung einzelner Thiere oder Pärchen, müssen Aquarien so vorgerichtet sein, dass das Glas einen grünen Beschlag zeigt. Andere Wasserpflanzen fand ich nicht günstig.

Die jungen männlichen Kiefenfüsse sind viel lebhafter als die Weibchen, wühlen fast gar nicht, so dass das Wasser klar bleibt, und schwimmen fortwährend auf und nieder, mit den zierlichsten Wendungen, halten sich jedoch selten an der Wasserfläche — in verkehrter Stellung dahin gleitend — auf, wie dies bei den Weibchen der Fall ist. Geschlechtsreife grosse Männchen sind im Aquarium schon von Ferne an den eigenthümlich bei eingekrümmter Stellung oft ausgeführten zuckenden Bewegungen, denselben, welche sie während des Befruchtungsactes am Rücken der Weibchen ausführen, leicht zu erkennen. Häufig laufen sie mit solchen Attitüden um das Weibchen herum. (Siehe die drei unteren Figuren 3. Tafel.)

Ich muss hier noch bemerken, dass sowohl **Schäffer** [2] als **Kozubowsky** [3] das Auskriechen der *Apus*-Eier erzielten,

---

[1] Das Umsetzen ist schon deshalb zu empfehlen, weil das auf den Kiemenfüssen parasitirende Amœbidium in Aquarien leicht überhand nimmt und die Thiere tödtet.

[2] L. c. 118. — [3] L. c.

ohne ein Vertrocknen des Schlammes anzuwenden, einfach dadurch, dass sie die Behälter der Sonne und Luft aussezten.

Mir ist es nur in zwei Fällen vorgekommen, dass sich in einem Aquarium unter erwachsenen Kiefenfüssen nach längerer Zeit wieder einzelne Junge zeigten, u. z. wenn die Temperatur zur Zeit des Aufgusses eine sehr schwankende war und viele Eier dadurch zurückblieben. Wurde es später constant wärmer, so erschienen dann die Nachzügler oft erst nach 3 Wochen. Ein zweites Mal sah ich, dass solche Nachzügler von jenen Eiern herstammten, welche beim Aufgiessen über die Wasserfläche gerathen waren und am Glase kleben blieben. Wurde später das durch Verdunsten verloren gegangene Wasser ersetzt, so entwickelten sich auch diese Eier. In beiden Fällen waren aber die Eier vorher trocken gelegen, und ich möchte daher obige Angaben theils für unklar halten, theils sie in der Weise deuten, wie ich das bei dem zweiten Falle angegeben habe.

Wichtig für die Beobachtung und Zählung der jährlichen Generationen, wie sie v. Siebold zum Beweise der Parthenogenesis des *Apus* in ausgedehnter Weise vorgenommen hat, scheint mir der Umstand, dass bei jedem neuen Aufgusse stets ein grosser Theil der vorhandenen an der Oberfläche schwimmenden Eier, welche ganz wohlerhalten sind, unentwickelt bleibt und erst — wie ich mich wiederholt überzeugt habe — bei einem zweiten oder dritten Aufgusse zur Entwicklung gelangt. Ebenso entwickeln sich die im Schlamme festgehaltenen Eier nicht. Es ist dieses der Grund, warum man nur wenige Thiere erhält, wenn nach dem Aufgusse die Erdschollen, welche die Eier enthalten, nicht weiter ausgebreitet werden. Aus allen diesen Beobachtungen folgt aber, dass die in einem Jahre im Freien erscheinenden Kiefenfüsse gewiss nicht alle von denen der unmittelbar vorausgegangenen Generation abstammen, sondern von mehreren, zeitlich oft weit auseinanderliegenden Generationen, je nachdem die der Erscheinung des *Apus* vorausgegangene Austrocknung des Bodens eine tiefer greifende und derselbe in tiefe Spalten zerklüftet, oder je nachdem sie eine mehr oberflächliche war. Ferner wird ein heftiger Platzregen weit mehr Eier bloslegen und weit leichter zu einer Massenerscheinung des Thieres führen. Durch Zuchten in Aquarien wird mit Rücksicht auf obige

Thatsachen namentlich die Möglichkeit ausgeschlossen, dass die zu Männchen sich entwickelnden Eier länger liegen bleiben müssen und etwa nur zu bestimmten Zeiten ausfallen.

Warum aber einige Eier selbst unter den scheinbar günstigsten Bedingungen erst nach langer Zeit und wiederholten Aufgüssen zur Entwicklung gelangen, kann wohl ebensowenig erklärt werden, als die ungleiche Entwicklung vieler Insectenpuppen.

Es ist nicht zu verkennen, dass Massenerscheinungen des Kiefenfusses wohl hauptsächlich durch die zuletzt erwähnten Momente zu Stande kommen, wohl dann auch eine solche Grösse erreichen, dass sie auch bei den Laien allgemeines Interesse erregen. Jedem alten Wiener fast ist noch der Kiefenfuss von einer solchen Massenerscheinung her bekannt, welche im Jahre 1821 stattfand. Nach einem heftigen, in der Nacht vom 12. auf den 13. August stattgehabten Gewitter zeigten sich in den Strassen von Hernals u. a. Vorstädten in den wochenlang stehen gebliebenen Regenlachen die Kiefenfüsse in solcher Menge, dass das Volk glaubte, sie seien geregnet worden. Kollar sah sich veranlasst, zur Belehrung über den wahren Sachverhalt einen Aufsatz über dieses Thier in der Zeitschrift für Kunst und Literatur vom 18. August 1821 zu veröffentlichen. Seit jener Zeit ist der Kiefenfuss um Wien wieder sehr selten geworden und sein Vorkommen auf wenige Stellen beschränkt.

Von den anderen Phyllopoden beobachtete ich *Branchipus stagnalis* L. und *Estheria dahalacensis* Rüpp. (nach Grube gleich *D. pesthensis* Brühl und *pesthinensis* Chyzer[1]. Bei letzterer Art fand ich die Beine genau übereinstimmend mit der von Chyzer gegebenen Abbildung, nur an den Klammerfüssen des Männchens findet sich noch an der Vorderseite ein vom Grunde des Endhakens ausgehender fingerförmiger, am Ende borstiger Anhang, der auf dem Bilde fehlt. Am Kopfrande sah ich deutlich die von Grube auch für *dahalacensis* angegebene Spitze. Die Schale ist etwas kürzer vor den Wirbeln, diese daher noch mehr excentrisch mit circa 14 Anwachsstreifen.

---

[1] Verh. d. zool.-bot. Gesellsch. T. XI, 1861, p. 119, Fig. — Siehe auch Brühl l. c. T. X, p. 120.

Die Zucht beider Phyllopoden gelingt im Sommer viel leichter als bei *Apus* und wird auf gleiche Weise durchgeführt, nur bedürfen beide anfangs kein Futter und nur die erwachsene *Estheria* kann mit Fleisch gefüttert werden. Die *Nauplius*-Formen [1] von beiden sehen sich sehr ähnlich und schwimmen auch ähnlich. Die Thiere, könnte man sagen, flattern im Wasser umher und geben in Menge beisammen ein reizendes Bild. Sie setzen sich nicht fest, wie der *Nauplius* des *Apus*, sondern schwimmen beständig gegen die Oberfläche und kehren in Bögen wieder zurück, wie eine Schaar kreisender Tauben. Am zweiten oder dritten Tage tritt dann bei beiden eine strenge Scheidung ein. Das Aquarium, welches die Estherien enthielt, zeigt sich vollständig unbevölkert, da mit dem Auftreten der zweiklappigen Schale die Thiere zu graben beginnen, sich gleich einer Muschel in den Schlamm bohren, und nunmehr nur zeitweise ihre jetzt mehr humpelnden Schwimmübungen machen. Hat Grube [2] schon die grosse Analogie zwischen den Schalen der Estherien und Muscheln hervorgehoben, so wird diese Analogie noch verstärkt durch die ganz gleiche Lebensweise. Die grosse *Estheria* steckt mit dem Kopfende tief im Schlamme und bohrt sich durch Aufwerfen der Ruderantennen und des Kopfrandes leicht ein; sie steht hiebei zuerst auf dem freien Schalenrand, und indem sie das bisher eingezogene Postabdomen schnell streckt und dabei unter den Schlamm schiebt, wird der ganze Körper tief nach unten gedrückt. Wie bei den Muscheln communicirt das hintere Ende der *Estheria* durch ein Loch im Schlamme mit der Aussenwelt, und aus diesem steigt beständig eine trübe Wolke empor, so dass mit Eintritt dieses Stadium des Thieres das ganze Aquarium getrübt wird. Ebenso stösst sich das Thier, wenn es aus seinem Verstecke herauskommen will, mit dem Hinterende vom Grunde ab, nachdem es sich vorher mit dem Kopfende nach oben gewendet hat. Bei der Begattung sieht man längere Zeit das Männchen quer an den Schalen des Weibchens festsitzen und beide Geschlechter herumschwimmen. Die Entwicklung bis zur Geschlechtsreife dauert kaum mehr als 14 Tage. Im Aquarium leben die Thiere

---

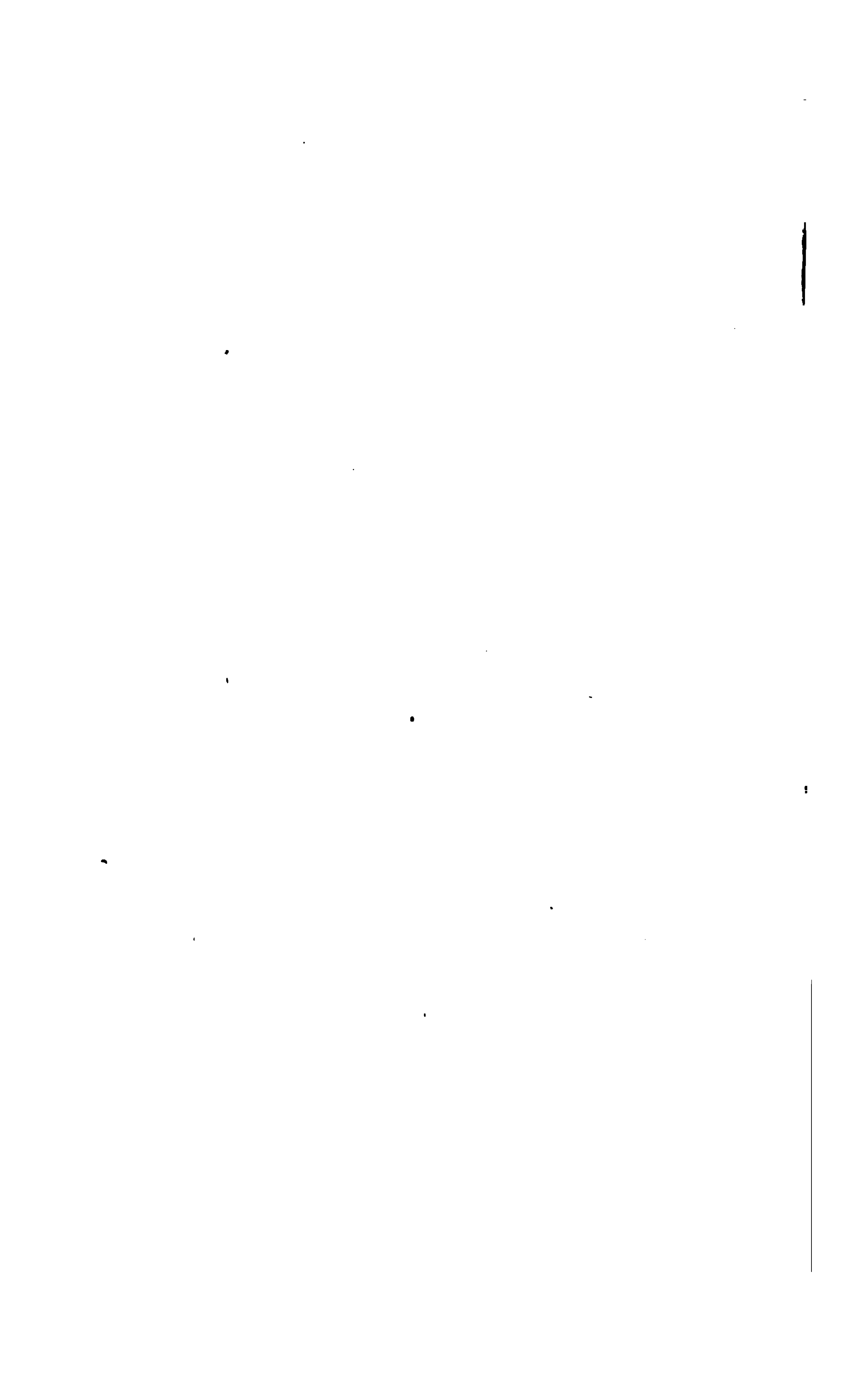
[1] Vergl. Joly, Ann. d. sc. nat. n. s. T. XVII.
[2] Arch. f. Naturg. 31. Jahrg. 1865, p. 202, Taf.

circa zwei Monate. In Betreff der Häutungen beobachtete ich an *Estheria* genau dasselbe, was Joly [1] angibt; es wird nur die innerste Schalenhaut abgeworfen, die äussere wird nicht gewechselt, die ganze Haut wird nach hinten zwischen den Schalen herausgeschoben. Das Häuten erfolgt übrigens nicht in so rapider Weise als bei *Apus* und vorzüglich bei *Branchipus*, der, während er durch eine heftige Bewegung sich fortschnellt, mit einem Schlage die ganze Haut abstreift und dann einige Momente schwerfälliger schwimmt. Bei *Estheria* fand ich die Männchen überwiegend in Zahl, bei *Branchipus* im Winter ebenfalls die Männchen, im Sommer dagegen die Weibchen.

Schliesslich fühle ich mich noch verpflichtet, Herrn Professor v. Siebold in München für seine vielen bereitwilligen Mittheilungen und Rathschläge meinen aufrichtigsten Dank auszusprechen.

[1] L. c. p. 293. — Grube, Arch. f. Naturg. T. 31, p. 202 ff.





SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

FÜNFUNDSECHZIGSTER BAND.

WIEN.

AUS DER K. K. HOF- UND STAATSDRUCKEREI.

IN COMMISSION BEI CARL GEROLD'S SOHN,

BUCHHÄNDLER DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

1872.

SITZUNGSBERICHTE

DER

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHEN CLASSE

DER KAISERLICHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

LXV. BAND. II. ABTHEILUNG.

JAHRGANG 1872. — HEFT I BIS V.

(Mit 1 Tafel und 7 Holzschnitten.)

WIEN.

AUS DER K. K. HOF- UND STAATSDRUCKEREI.

IN COMMISSION BEI CARL GEROLD'S SOHN,

BUCHHÄNDLER DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

1872.

INHALT.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

LXV. Band.

ZWEITE ABTHEILUNG.

1.

Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Mathematik, Physik, Chemie, Physiologie, Meteorologie, physischen Geographie und Astronomie.

I. SITZUNG VOM 4. JÄNNER 1872.

In Verhinderung des Präsidenten führt Herr Hofrath Freih. v. Burg den Vorsitz.

Der Secretär legt eine rechtzeitig eingelangte Concurrenzschrift für den Freiherr A. v. Baumgartner'schen Preis vor. Dieselbe führt den Titel: „Über Härtecurven an Krystallflächen" und trägt das Motto: „... *Thetisque novos detegat orbes*
Nec sit terris ultima Thule.
Seneca, Medea."

Herr Prof. L. Gegenbauer in Krems übersendet eine zweite Abhandlung über die „Auswerthung bestimmter Integrale".

Herr Prof. Dr. F. C. Schneider übersendet eine für den „Anzeiger" bestimmte Mittheilung: „Über die Entstehung einer detonirenden Jodverbindung".

Herr Schiffslieutenant K. Weyprecht übermittelt mit Schreiben ddto Triest, 28. December 1871, Proben von Treibholz und Grundproben, welche auf seiner letzten, gemeinschaftlich mit Herrn Oberlieutenant Julius Payer unternommenen Nordpolarfahrt im nördlichen Eismeere gesammelt worden sind.

Herr Jos. Schlesinger, Professor an der Forst-Hochschule zu Mariabrunn, hinterlegt ein versiegeltes Schreiben zur Wahrung seiner Priorität. Dasselbe führt die Aufschrift: „Nachweis, dass die bisher von der Wissenschaft für die Ausflussgeschwindigkeit des Wassers aus Röhrenleitungen abgeleitete Grundformel $v = \sqrt{2gh}$ unrichtig ist, und durch die Formel $v = \sqrt{g(h+h')}$ ersetzt werden muss, wobei h die totale Druckhöhe, und h' die Druckhöhe im Reservoir ist".

Herr Director Dr. K. v. Littrow zeigt die durch Herrn Tempel in Mailand am 29. December 1871 gemachte Entdeckung eines neuen teleskopischen Kometen an.

Herr Prof. Dr. Th. Ritter v. Oppolzer übergibt eine für den „Anzeiger" bestimmte „Mittheilung über die ihm, am 20. December 1871 gelungene Wiederauffindung des verlorenen Planeten (91) Ägina".

Herr Dr. Sigm. Exner, Privatdocent und Assistent an der physiologischen Lehrkanzel der Wiener Universität, überreicht eine Abhandlung, betitelt: „Weitere Studien über die Structur der Riechschleimhaut bei Wirbelthieren".

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Alpen-Verein, österr.: Jahrbuch. 7. Band (IX. Jahrgang). Wien, 1871; 8⁰.

Annalen der Sternwarte in Leiden. II. Band. Haag, 1870; 4⁰.

Astronomische Nachrichten. Nr. 1871. (Bd. 78. 23.) Altona, 1871; 4⁰.

Apotheker-Verein, allgem. österr.: Zeitschrift. 9. Jahrgang (1871), Nr. 36; 10. Jahrgang (1872), Nr. 1. Wien; 8⁰.

Bibliothèque Universelle et Revue Suisse: Archives des Sciences physiques et naturelles. N. P. Tome XLII, Nr. 167. Genève, Lausanne & Paris, 1871; 8⁰.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXIII, Nrs. 22—24. Paris, 1871; 4⁰.

Gesellschaft, k. physikal.-ökonomische, zu Königsberg: Schriften. XI. Jahrgang, 1870. 1. & 2. Abthlg. Königsberg, 1870 & 1871; 4⁰.

— Schlesische, für vaterländische Cultur. 48. Jahresbericht. Breslau, 1871; 8⁰.

— naturforschende, zu Bamberg: 9. Bericht. 1869—1870. Bamberg, 1870; 8⁰.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXXII. Jahrgang (1871), Nr. 51—53; XXXIII. Jahrgang (1872), Nr. 1. Wien; 4⁰.

Helsingfors, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften für d. J. 1870—1871. 4⁰ & 8⁰.

Instituut, K., voor de taal-, land- en volkenkunde van Nederlandsch Indië: Bijdragen. III. Volgreeks. V. Deel, 3. Stuk;

VI. Deel, 1. Stuk. 'S Gravenhage, 1871; 8°. — Bloemlezing uit maleische Geschriften. II. Stuk. Door G. K. Niemann. 'S Gravenhage, 1871; 8°. — Recherches sur les monnaies des indigènes de l'archipel Indien et de la péninsule Malaie. Par H. C. Millies. La Haye, 1871; 4°.

Jahresbericht über die Fortschritte der Chemie etc. Von Adolph Strecker. Für 1869. II. Heft. Giessen, 1871; 8°.

Landbote, Der steirische. 4. Jahrgang, Nr. 26. Graz, 1871; 4°.

Landwirthschafts-Gesellschaft, k. k., in Wien: Verhandlungen und Mittheilungen. Jahrgang 1871, Nr. 24. Wien; 8°.

Lese-Verein, akadem., an der k. k. Universität und st. l. technischen Hochschule in Graz: IV. Jahresbericht (1871). Graz; 8°.

— — der böhmischen Studenten, zu Prag: Jahresbericht 1870 —71. Prag, 1871; 8°. (Böhmisch.)

Leyden, Universität: *Annales academici. MDCCCLXV—MDCCCLXVI. Lugduni-Batavorum, 1870; 4°.*

Mittheilungen aus J. Perthes' geographischer Anstalt 17. Band, 1871. Heft XII. Gotha; 4°.

Nature. Nrs. 112—113, Vol. V. London, 1871; 4°.

„Revue politique et littéraire" et „La Revue scientifique de la France et de l'étranger. Ire Année (2e Série), Nrs. 25—27. Paris & Bruxelles, 1871; 4°.

Rostock, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften aus d. J. 1870/71. 4° & 8°.

Schaufuss, L. W., Zoologische Mittheilungen. Dresden, 1870; 8°.

Senarmont, Henri de, Emile Verdet et Léonor Fresnel, Oeuvres complètes d'Augustin Fresnel. Tomes II & III. Paris, 1868 & 1870; 4°.

Société de physique et d'histoire naturelles de Génève: Mémoires. Tome XX, 2de Partie (1870); Tome XXI, 1re Partie (1871), et tables des Mémoires contenus dans les tomes I à XX. Génève; 4°.

Society, The Royal Geographical, of London: Journal. XL. Volume. 1870. London; 8°. — Proceedings. Vol. XV, Nrs. 1 —4. London, 1871; 8°.

Stur, Dionys, Geologie der Steiermark. (Herausgegeben von der Direction des geog.-mont. Vereins für Steiermark.) Graz, 1871; 4°.

Upsala, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften für d. J. 1869/70; 4° & 8°.

Verein, Naturwissenschaftlicher, für Sachsen und Thüringen in Halle: Zeitschrift für die gesammten Naturwissenschaften. N. F. 1870, Band II; 1871, Band III. Berlin; 8°.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXI. Jahrgang, Nr. 51—52. Wien, 1871; 4°.

Zeitschrift des österr. Ingenieur- & Architekten-Vereins. XXIII. Jahrgang, 16. Heft. Wien, 1871; 4°.

II. SITZUNG VOM 11. JÄNNER 1872.

Der Secretär legt folgende eingesendete Abhandlungen vor:

„Die natürliche Familie der Schuppenthiere *(Manes)*", vom Herrn Dr. L. J. Fitzinger in Pest.

„Mathematische Demonstrationen am Domino-Spiel", vom Herrn S. Adler in Wien.

Die Lese- und Redehalle der deutschen Studenten in Prag, sowie der dortige akademische Leseverein der böhmischen Studenten danken für die ihnen im abgelaufenen Jahre übersendeten akademischen Publicationen.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Academy, The Royal Irish: Proceedings. Vol. X, Parts I—III. Dublin, 1867, 1868 & 1869; 8°.

Akademie der Wissenschaften, Königl. Bayer., zu München: Sitzungsberichte der philos.-philologischen und histor. Classe, 1871, Heft IV; Sitzungsberichte der mathem.-physik. Classe, 1871, Heft II. München, 8°.

Annalen der Chemie & Pharmacie von Wöhler, Liebig & Kopp. N. R. Band LXXXIV, Heft 2, und VIII. Supplementband, 2. Heft. Leipzig, 1871; 8°.

Astronomische Nachrichten. Nr. 1872 (Bd. 78. 24.). Altona, 1872; 4°.

Bern, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften aus dem Jahre 1869/70. 4° & 8°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXIII, Nrs. 25—26. Paris, 1871; 4°.

Gesellschaft, geographische, in Wien: Mittheilungen. N. F. 4. 1871, Nr. 12. Wien; 8°.

— österr., für Meteorologie: Zeitschrift. VI. Band, Nr. 24. Wien, 1871; 4°.

Istituto, R., Veneto di Scienze, Lettere ed Arti: Atti. Tomo XVI°, Serie III°, Disp. 10°. Venezia, 1870—71; 8°.

Landbote, Der steirische. 5. Jahrgang, Nr. 1. Graz, 1872; 4°.

Lund, Universität: *Acta*. 1868. Lund, 1868—69; 4°.

Nature. Nr. 114, Vol. V. London, 1872; 4°.

Osservatorio del R. Collegio Carlo Alberto in Moncalieri: Bullettino Meteorologico. Vol. VI, Nr. 1. Torino, 1871; 4°.

Reichsanstalt, k. k. geologische: Verhandlungen. Jahrgang 1871, Nr. 16. Wien; 4°.

Société Linnéenne de Bordeaux: Actes. Tome XXVII. (3° Série, Tome VII) 1re Partie. Paris & Bordeaux, 1870; 8°.

Society, The Royal Dublin: Journal. Nr. XXXIX. Dublin, 1870; 8°.

Tübingen, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften aus d. J. 1870. 4° & 8°.

Wiener Mediz. Wochenschrift. XXII. Jahrgang, Nr. 1. Wien, 1872; 4°.

Zeitschrift für Chemie, von Beilstein, Fittig & Hübner. XIV. Jahrgang. N. F. VII. Band, 13. Heft. Leipzig, 1871; 8°.

III. SITZUNG VOM 18. JÄNNER 1872.

Herr Director Dr. K. Hornstein in Prag übersendet eine Abhandlung: „Über die Bahn der Dione (106)“ vom Herrn Aug. Seydler, Assistenten an der k. k. Prager Sternwarte.

Herr Dr. F. Šofka zu Leipnik in Mähren übermittelt folgende kleinere Abhandlungen:

1. „Mathematische Begründung des Faucault'schen Versuches“.
2. „Über Luftelektricität, besonders bei Gewittern“.
3. „Einfluss der Sternschnuppen auf das Wetter“.
4. „Meteorologisches über die Unstatthaftigkeit des Dalton'schen Gesetzes der Diffusion der Gase“.
5. „Experimentelle Rechtfertigung des Princips der kosmischen Abkühlungen“.
6. „Über einige Kennzeichen der Theilbarkeit jeder Zahl durch jede beliebige andere“.

Herr Roblin zu Courseulles-sur-Mer (Calvados), übermittelt die Abschrift eines an das Institut de France (Section des Sciences) gerichteten Schreibens, betreffend ein von ihm entdecktes, angeblich neues astronomisches System.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Académie Royale des Sciences à Amsterdam: Verhandelingen. Afdeel. Natuurkunde, XII. deel. 1871; Afdeel. Letterkunde, V. & VI. deel. Amsterdam, 1870 & 1871; 4°. — Verslagen en Mededeelingen. Afdeel. Natuurkunde, II. Reeks, IV. & V. deel. 1870 & 1871; Afdeel. Letterkunde, XII. deel, 1869 & II. Reeks, I. deel, 1871. Amsterdam; 8°. — Jaarboek voor 1869 & 1870. Amsterdam; 8°. — Processen Verbaal. 1869/70 & 1870/71. 8°. — Esseiva, Petrus, *Urania. Carmen didascalium. Amstelodami*, 1870; 8°.

Accademia, R., delle Scienze di Torino: Atti. Vol. V, Disp. 1ª— 7ª (Nov. 1869 — Giugnio 1870); Appendice al Volume IV degli „Atti". Torino; 8⁰. — Notizia storica dei lavori fatti dalla classe di scienze fisiche e matematiche negli anni 1864 e 1865. Dal prof. Ascanio Sobrero. Torino, 1869; 8⁰. — Bollettino meteorologico ed astronomico del R. Osservatorio dell' Università di Torino. Anno IV. 1869. 4⁰.

Astronomische Nachrichten. Nr. 1873. (Bd. 79. 1.) Altona, 1872; 4⁰.

Bonn, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften aus d. J. 1869. 4⁰ & 8⁰.

Freiburg i. Br., Universität: Akademische Gelegenheitsschriften aus d. J. 1870/71. 4⁰ & 8⁰.

Gesellschaft, Naturforschende, in Zürich: Vierteljahrsschrift. XV. Jahrgang, 4. Heft; XVI. Jahrgang, 1. & 2. Heft. Zürich, 1870 & 1871; 8⁰.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXXIII. Jahrgang, Nr. 2—3. Wien, 1872; 4⁰.

Giessen, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften aus d. J. 1869—1871. 4⁰ & 8⁰.

Grunert, Joh. Aug., Archiv der Mathematik und Physik. LIII. Theil, 4. Heft. Greifswald, 1871; 8⁰.

Journal für praktische Chemie, von H. Kolbe. N. F. Band IV, 9. Heft. Leipzig, 1871; 8⁰.

Lotos. XXI. Jahrg. November & December 1871. Prag; 8⁰.

Nature. Nr. 115, Vol. V. London, 1872; 4⁰.

Société Hollandaise des Sciences à Harlem: Natuurkundige Verhandelingen. 3. Serie. Band I. (3 Hefte.) Harlem, 1870; 4⁰. — Archives Néerlandaises des Sciences exactes et naturelles. Tome V, 1re — 5e livraisons. (1870); Tome VI, 1re — 3e livraisons (1871). La Haye, Bruxelles, Paris, Leipzig, Londres & New-York; 8⁰.

— des Sciences naturelles de Neuchatel: Bulletin. Tome IX, 1er Cahier. Neuchatel, 1871; 8⁰.

— Botanique de France: Bulletin. Tome XVIII. (1871). Comptes rendus 1. Paris; 8⁰.

Society, The Royal, of London: Philosophical Transactions for the Year 1870. Vol. 160. Part I. London, 1870; 4⁰. —

Proceedings. Vol. XVIII. Nr. 119—122; Vol. XIX, Nr. 123. London, 1870; 8⁰. — Catalogue of Scientific Papers (1800 to 1863). Vol. IV. London, 1870; 4⁰.

Society, The Royal, of Victoria: Transactions. Part II. Vol. IX. Melbourne, 1869; 8⁰.

— The Astronomical, of London: Transactions. Vols. XXXVII & XXXVIII (1869—1871). London; 4⁰. — Monthly Notices. Vols. XXVIII—XXX. (1867—1870). — A General Index to the first XXIX Volumes of the Monthly Notices. London, 1870; 8⁰.

— The Anthropological, of London: Journal of Anthropology. 1870, Nr. I—III. 8⁰. — Journal of the Anthropological Institute of Great Britain and Ireland. Vol. I, Nr. 1 (January to July 1871). London; 8⁰.

— The Royal Edinburgh: Transactions. Vol. XXVI, Part I. for the Session 1869—70. 4⁰. — Proceedings. Session 1869—1870. Vol. VII, Nrs. 80—81. 8⁰.

— The Edinburgh Geological: Transactions. Vol. I, Part 3. Edinburgh, 1870; 8⁰.

Upsala, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften aus d. J. 1871. 4⁰ & 8⁰.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXII. Jahrgang, Nr. 2. Wien, 1872; 4⁰.

Über die Bahn der Dione (106).

Von Dr. **August Seydler,**

Assistent der k. k. Sternwarte zu Prag.

Der Planet Dione wurde am 10. October 1868 vom Herrn Prof. Watson zu Ann Arbor entdeckt, und von ihm auch die ersten Elemente desselben veröffentlicht (Berl. Jahrb. 1872). Als ich im vorigen Jahre an eine genauere Berechnung dieses Planeten ging, lagen nur Beobachtungen aus der ersten Opposition 1868—1869 vor, 23 im Ganzen, woraus zunächst die in den Astr. Nachr. Nr. 1808 mitgetheilten Elemente nebst einer Jahresephemeride, dann aber folgende genauere Elemente mit Berücksichtigung der Jupiter-Störungen abgeleitet wurden:

Berührende Ellipse für 1869, Jan. 0·0
1868, Oct. 11 0^h mittl. Berl. Zeit.

M	352°	13′	44″84	
π	27	13	24·06	Mittl. Äq. 1870·0
☊	63	15	21·12	
i	4	38	30·94	
φ	10	33	19·67	
lg a	0·5000037.			

Bei der Berechnung wurden aus den vorhandenen Beobachtungen sechs Normalorte gebildet, von den Störungen befreit, und durch den ersten und letzten Ort (1868 October 11·0 und 1869 Februar 8·0) die wahrscheinlichste Ellipse nach der Gauss'schen Methode gelegt. Die übrigbleibenden Fehler der vier übrigen Normalorte in Länge und Breite waren:

	(B—R) $d\lambda$	(B—R) $d\beta$
Nr. II. 1868, Oct. 21·0	+8″3	—2″5
„ III. 1868, Nov. 3·0	—4·1	—0·6
„ IV. 1869, Jan. 13·0	—0·8	—2·0
„ V. 1869, Jan. 17·0	+2·5	—4·6.

Aus dem Jahre 1870 (Opposition im Jänner) ist keine Beobachtung veröffentlicht worden, erst im Jahre 1871 (Opposition im März) wurde Dione am 15. März vom Herrn Stud. Wijkander zu Lund wieder aufgefunden, und von ihm sowie vom Herrn Prof. Axel Möller sieben Beobachtungen angestellt. (Astr. Nachr. 1847.) Es zeigten sich folgende Unterschiede zwischen Beobachtung und Rechnung in Rectascension und Declination.

			(B—R) $d\alpha$	(B—R) $d\delta$
1.	März	15·54931, m. Berl. Zt.	+6' 15"68	−2' 58·73
2.	„	16·45810 „	6 14·72	−3 1·92
3.	„	20·42202 „	6 16·75	−3 2·32
4.	„	22·55235 „	6 14·60	−2 59·89
5.	„	23·45263 „	6 17·31	−3 1·27
6.	„	24·49454 „	6 12·54	−2 59·75
7.	April	6·48468 „	+6 15·08	−3 3·18.

Es wurden nun sechs Normalorte in der Weise gebildet, dass von den früheren der zweite und dritte in einen zusammengezogen, die übrigen beibehalten wurden; der sechste Ort wurde aus den Beobachtungen von 1871 gebildet. Ihre Werthe sind in Rectascension und Declination:

		α	δ
Nr. I.	1868, Oct. 11·0	15°18' 5"76	+0°31' 20"73
„ II.	1868, Oct. 25·0	12 43 39·71	−0 3 43·05
„ III.	1869, Jan. 13·0	17 13 15·35	+5 15 48·57
„ IV.	1869, Jan. 17·0	18 16 10·54	+5 48 59·72
„ V.	1869, Febr. 8·0	24 53 42·44	+9 2 42·77
„ VI.	1871, März 23·0	187 57 54·13	+2 26 13·12.

Als Unterschiede zwischen Beobachtung und Rechnung erhalten wir:

	(B—R) $d\alpha$	(B—R) $d\delta$
Nr. I.	+ 0"10	+ 0"41
„ II.	+ 3·47	− 0·36
„ III.	+ 0·20	− 2·49
„ IV	+ 4·16	− 3·64
„ V.	+ 0·14	− 0·31
„ VI.	+375·24	−181·02

Zur Verbesserung der Elemente wurden die Differentialformeln für $d\alpha$ und $d\delta$ benützt; es ergaben sich dabei die folgenden zwölf Gleichungen[1]:

$$
\begin{aligned}
+2\cdot1382\,dM &+1\cdot4606\,d\omega &&+1\cdot4944\,d\Omega &&+0\cdot5185\,di \\
&-0\cdot6632\,d\varphi &&+0\cdot0058\,da &&= +0\cdot10 \\
+2\cdot0699\,dM &+1\cdot4126\,d\omega &&+1\cdot4480\,d\Omega &&+0\cdot4772\,di \\
&-0\cdot6387\,d\varphi &&+0\cdot0142\,da &&= +3\cdot47 \\
+1\cdot2865\,dM &+0\cdot8673\,d\omega &&+0\cdot8980\,d\Omega &&+0\cdot1780\,di \\
&-0\cdot0010\,d\varphi &&-0\cdot0601\,da &&= +0\cdot20 \\
+1\cdot2632\,dM &+0\cdot8518\,d\omega &&+0\cdot8820\,d\Omega &&+0\cdot1668\,di \\
&+0\cdot0365\,d\varphi &&-0\cdot0671\,da &&= +4\cdot16 \\
+1\cdot1635\,dM &+0\cdot7880\,d\omega &&+0\cdot8158\,d\Omega &&+0\cdot1118\,di \\
&+0\cdot2389\,d\varphi &&-0\cdot1069\,da &&= +0\cdot14 \\
+0\cdot8942\,dM &+1\cdot2352\,d\omega &&+1\cdot2567\,d\Omega &&+0\cdot5090\,di \\
&+0\cdot8387\,d\varphi &&-1\cdot1708\,da &&= +375\cdot24 \\
+1\cdot0250\,dM &+0\cdot7022\,d\omega &&+0\cdot6200\,d\Omega &&-1\cdot0754\,di \\
&-0\cdot3942\,d\varphi &&+0\cdot0231\,da &&= +0\cdot41 \\
+0\cdot9914\,dM &+0\cdot6775\,d\omega &&+0\cdot5922\,d\Omega &&-0\cdot9860\,di \\
&-0\cdot3599\,d\varphi &&+0\cdot0210\,da &&= -0\cdot36 \\
+0\cdot6286\,dM &+0\cdot4248\,d\omega &&+0\cdot3537\,d\Omega &&-0\cdot3696\,di \\
&+0\cdot0353\,d\varphi &&-0\cdot0389\,da &&= -2\cdot49 \\
+0\cdot6149\,dM &+0\cdot4158\,d\omega &&+0\cdot3456\,d\Omega &&-0\cdot3471\,di \\
&+0\cdot0539\,d\varphi &&-0\cdot0423\,da &&= -3\cdot64 \\
+0\cdot5446\,dM &+0\cdot3704\,d\omega &&+0\cdot3047\,d\Omega &&-0\cdot2382\,di \\
&+0\cdot1456\,d\varphi &&-0\cdot0592\,da &&= -0\cdot31 \\
-0\cdot4359\,dM &-0\cdot5989\,d\omega &&-0\cdot5443\,d\Omega &&+1\cdot0492\,di \\
&-0\cdot4380\,d\varphi &&+0\cdot5581\,da &&= -181\cdot02.
\end{aligned}
$$

Aus diesen Gleichungen wurden nach der Methode der kleinsten Quadrate die folgenden sechs Gleichungen abgeleitet:

[1] Statt der Correction $d\pi$ der Länge des Perihels wurde $d\omega$, die Verbesserung der Periheldistanz (vom Knoten) berechnet, weil dadurch die Ausdrücke für $d\Omega$ etwas einfacher werden.

$$
\begin{aligned}
+17\cdot5540\,dM &+12\cdot6371\,d\omega +12\cdot5956\,d\Omega +0\cdot0086\,di \\
&-\ 2\cdot1030\,d\varphi -\ 1\cdot5730\,da = +423\cdot616 \\
+12\cdot6371\,dM &+\ 9\cdot5547\,d\omega +\ 9\cdot5229\,d\Omega +0\cdot0037\,di \\
&-\ 0\cdot7826\,d\varphi -\ 1\cdot9709\,da = +578\cdot148 \\
+12\cdot5956\,dM &+\ 9\cdot5229\,d\omega +\ 9\cdot5278\,d\Omega +0\cdot3586\,di \\
&-\ 0\cdot7795\,d\varphi -\ 1\cdot9658\,da = +577\cdot050 \\
+\ 0\cdot0086\,dM &+\ 0\cdot0037\,d\omega +\ 0\cdot3586\,d\Omega +4\cdot3708\,di \\
&+\ 0\cdot0637\,d\varphi -\ 0\cdot0368\,da = +5\cdot699 \\
-\ 2\cdot1030\,dM &-\ 0\cdot7826\,d\omega -\ 0\cdot7795\,d\Omega +0\cdot0637\,di \\
&+\ 2\cdot1119\,d\varphi -\ 1\cdot2962\,da = +391\cdot180 \\
-\ 1\cdot5730\,dM &-\ 1\cdot9709\,d\omega -\ 1\cdot9658\,d\Omega -0\cdot0368\,di \\
&-\ 1\cdot2962\,d\varphi +\ 1\cdot7096\,da = -540\cdot324
\end{aligned}
$$

Die Auflösung dieser Gleichungen führt zu folgenden an die Elemente anzubringenden Correctionen:

dM	. . . . . .	$-\ 76\overset{''}{.}92$
$d\omega$	. . . . . .	$+\ 12\cdot73$
$d\Omega$	. . . . . .	$+\ 76\cdot66$
di	. . . . . .	$-\ 6\cdot74$
$d\varphi$	. . . . . .	$-\ 60\cdot89$
da	. . . . . .	$-330\cdot32$.

Die verbesserten Elemente sind also:

Berührende Ellipse für 1869. Jan. 0·0.
1868, Oct. 11. 0h mittl. Berl. Zeit.

M	352°	12′	27″92		
π	27	14	53·45	mittl. Äq.	
Ω	63	16	37·78	1870·0.	
i	4	38	24·20		
φ	10	32	18·78		
lg a	0·4997838.				

In den Normalorten bleiben folgende Fehler (in Rectascension und Declination) zurück:

	(B—R) $d\alpha$	(B—R) $d\delta$
Nr. I.	−3″64	−0″90
„ II.	+2·66	+0·23
„ III.	+0·54	+0·15
„ IV.	+4·01	−1·17
„ V.	−2·99	+1·19
„ VI.	−0·50	−0·32.

Mittelst der so gewonnenen Elemente wurden die Störungen in Äquatorialcoordinaten und zwar mit Rücksicht auf Jupiter, Saturnus und Mars berechnet. Die Rechnung wurde nach der von Enke (Berl. Jahrb. 1858) entwickelten Methode, und zwar von 30 zu 30 Tagen vom Jahre 1868—1872 durchgeführt. Die Resultate der Rechnung enthält die folgende Tabelle, wo ξ, η, ζ die Änderung der x, y, z-Coordinate, auf die Ebene des Äquators bezogen, in Einheiten der siebenten Decimalstelle bedeutet.

Störungen der Dione.

Datum			ξ	η	ζ
1868	Sept.	17	+ 1882	— 85	— 15
	Oct.	17	919	66	21
	Nov.	16	317	31	12
	Dec.	16	34	4	2
1869	Jän.	15	32	4	2
	Febr.	14	278	41	20
	März	16	737	116	58
	April	15	1375	224	117
	Mai	15	2156	361	194
	Juni	14	3045	529	291
	Juli	14	4008	733	411
	Aug.	13	5015	986	558
	Sept.	12	6047	1311	744
	Oct.	12	7092	1730	979
	Nov.	11	8149	2272	1278
	Dec.	11	9229	2964	1655
1870	Jän.	10	10352	3830	2124
	Febr.	9	11548	4890	2696
	März	11	12853	6157	3381
	April	10	14308	7639	4187
	Mai	10	15958	9336	5115
	Juni	9	17849	11240	6166
	Juli	9	20030	13336	7337
	Aug.	8	22545	15602	8620
	Sept.	7	25440	18010	10004
	Oct.	7	28754	20525	11477
	Nov.	6	32527	23107	13021
	Dec.	6	36790	25710	14618
1871	Jän.	5	41574	28285	16245
	Febr.	4	46899	30777	17878
	März	6	52785	33129	19490
	April	5	59243	35279	21053

Datum			ξ	η	ζ
1871	Mai	5	+ 66278	— 37165	— 22536
	Juni	4	73888	38719	23908
	Juli	4	82065	39873	25134
	Aug.	3	90792	40557	26179
	Sept.	2	100045	40698	27006
	Oct.	2	109791	40224	27579
	Nov.	1	119989	39060	27857
	Dec.	1	130585	37133	27801
	Dec.	31	141519	34370	27371
1872	Jän.	30	152717	30699	26527
	Febr.	29	164092	26051	25228
	März	30	175548	20359	23434
	April	29	186971	13560	21107
	Mai	29	198235	— 5600	18210
	Juni	28	209196	+ 3571	14707
	Juli	28	219696	13990	10568
	Aug.	27	229557	25684	5767
	Sept.	26	238586	38661	— 282
	Oct.	26	246570	52912	+ 5897
	Nov.	25	253280	68402	12774
	Dec.	25	258471	85069	20338
1873	Jän.	24	261887	102817	28564

Mit Benützung dieser Störungen wurden die Normalorte noch einmal berechnet, wobei sich folgende Abweichungen von den Beobachtungen ergaben:

	(B—R) $d\alpha$	(B—R) $d\delta$
Nr. I.	—3ˢ72	—0·94
„ II.	+2·62	+0·19
„ III.	+0·53	+0·15
„ IV.	+4·01	—1·17
„ V.	—3·00	+1·19
„ VI.	+8·18	—4·23.

Man sieht, dass eine weitere Verbesserung der Elemente noch möglich und wünschenswerth ist. Bei der Aufstellung der diesbezüglichen Gleichungen können die früheren Coëfficienten der Unbekannten, dM u. s. w. ohneweiters beibehalten werden, so dass die linke Seite der Gleichungen, die oben aufgestellt wurden, unverändert bleibt; auf die rechte Seite des Gleichheits-

zeichens kommen in dem ersten System (von zwölf Gleichungen) die eben angeführten Differenzen, in dem zweiten System aber

statt	+423·616	die Zahl	+ 8·132
„	+578·148	„ „	+11·903
„	+577·050	„ „	+11·924
„	+ 5·699	„ „	+ 0·366
„	+391·180	„ „	+10·787
„	—540·324	„ „	—11·946

Die Auflösung dieser Gleichungen gibt nun die folgenden Correctionen der Elemente:

dM	+35"91
$d\omega$	—63·30
$d\Omega$	+ 8·21
di	— 0·88
$d\varphi$	— 4·78
da	—41·13

mit den übrig bleibenden Fehlern

	(B—R)	
	$d\alpha$	$d\delta$
Nr. I.	—2"78	—0"27
„ II.	+3·78	+0·89
„ III.	—0·45	—0·19
„ IV.	+2·89	—1·55
„ V.	—4·75	+0·63
„ VI.	+0·26	—0·23.

Die wahrscheinlichsten Elemente der Dione sind also nach den bisher vorliegenden Beobachtungen:

Berührende Ellipse für 1869, Jan. 0·0
1868, Oct. 11 0^h mittl. Berl. Zeit.

M	352°	13'	3"83	
π	27	13	58·36	mittl. Äq. 1870·0
Ω	63	16	45·99	
i	4	38	23·32	
φ	10	32	14·00	
lg a	0·4997564.			

Aus diesen Elementen berechnen sich nun die folgenden Ephemeriden:

Ephemeride für das Jahr 1872.

0^h mittl. Berl. Zeit	A. R. (106)	Decl. (106)	Log. Entfern. (106) — ♁	Log. Entfern. (106) — ⊙
Jän. 11.	$15^h 30^m 43^s$	—17°29'2	0·6195	0·5696
Jän. 31.	15 49 1	18 35·1	0·5890	0·5685
Febr. 20.	16 3 6	19 22·0	0·5529	0·5672
März 11.	16 11 23	19 50·2	0·5131	0·5657
März 31.	16 12 23	20 1·4	0·4735	0·5640
April 20.	16 5 29	19 54·5	0·4397	0·5621
Mai 10.	15 52 4	19 30·9	0·4189	0·5601
Mai 30.	15 36 12	18 57·7	0·4164	0·5579
Juni 19.	15 23 3	18 29·6	0·4323	0·5555
Juli 9.	15 16 26	18 21·7	0·4611	0·5529
Juli 29.	15 17 34	18 40·5	0·4960	0·5501
Aug. 18.	15 25 56	19 23·6	0·5312	0·5472
Sept. 7.	15 40 25	20 23·9	0·5634	0·5441
Sept. 27.	15 59 56	21 32·5	0·5906	0·5408
Oct. 17.	16 23 15	22 40·9	0·6119	0·5373
Nov. 6.	16 49 44	23 41·6	0·6267	0·5336
Nov. 26.	17 18 31	24 28·4	0·6350	0·5298
Dec. 16.	17 48 51	24 56·8	0·6364	0·5258
Dec. 36.	18 19 54	25 4·3	0·6310	0·5217

Ephemeride für die Opposition 1872.

12^h mittl. Berl. Zt.	A. R. (106)	Differ.	Decl. (106)	Differ.	Log. Entfernung (106) — ♁	Aberr.-Zeit
Apr. 28.	$16^h\ 0^m 23^s 87$	—39^{s}97	—19°46'18"7	+1' 9"2	0·428830	$22^h 16^m$
29.	15 59 43·90	40·73	19 45 9·5	1 11·6	0·427736	22 13
30.	15 59 3·17	41·48	19 43 57·9	1 13·9	0·426682	22 10
Mai 1.	15 58 21·69	42·19	19 42 44·0	1 16·0	0·425670	22 7
2.	15 57 39·50	42·86	19 41 28·0	1 18·1	0·424700	22 4
3.	15 56 56·64	43·50	19 40 9·9	1 20·2	0·423773	22 1
4.	15 56 13·14	44·11	19 38 49·7	1 22·2	0·422885	21 58
5.	15 55 29·03	44·66	19 37 27·5	1 24·2	0·422047	21 56
6.	15 54 44·37	45·19	19 36 3·3	1 26·0	0·421254	21 53
7.	15 53 59·18	—45·68	19 34 37·3	+1 27·8	0·420506	21 51

12ʰ mittl. Berl. Zt.	A. R. (106)	Differ.	Decl. (106)	Differ.	Log. Entfernung (106) — ♁	Aberr.-Zeit
Mai 8.	15ʰ 53ᵐ 13ˢ50		—19° 33′ 9″5		0·419805	21ᵐ 49ˢ
		—46ˢ13		+1′ 29″5		
9.	15 52 27·37		19 31 40·0		0·419151	21 47
		46·52		1 31·1		
10.	15 51 40·85		19 30 8·9		0·418544	21 45
		46·89		1 32·6		
11.	15 50 53·96		19 28 36·3		0·417984	21 43
		47·21		1 34·0		
12.	15 50 6·75		19 27 2·3		0·417472	21 42
		47·49		1 35·3		
13.	15 49 19·26		19 25 27·0		0·417008	21 40
		47·73		1 36·5		
14.	15 48 31·53		19 23 50·5		0·416593	21 39
		47·93		1 37·6		
15.	15 47 43·60		19 22 12·9		0·416227	21 38
		48·07		1 38·6		
16.	15 46 55·53		19 20 34·3		0·415909	21 37
		48·19		1 39·5		
17.	15 46 7·34		19 18 54·8		0·415641	21 36
		—48·26		+1 40·2		
18.	15 45 19·08		—19 17 14·6		0·415423	21 35
		48·28		1 40·8		
☍ 19.	15 44 30·80		19 15 33·8		0·415254	21 35
		48·27		1 41·4		
20.	15 43 42·53		19 13 52·4		0·415132	21 35
		48·22		1 41·8		
21.	15 42 54·31		19 12 10·6		0·415060	21 34
		48·13		1 42·1		
22.	15 42 6·18		19 10 28·5		0·415037	21 34
		48·00		1 42·4		
23.	15 41 18·18		19 8 46·1		0·415062	21 34
		47·83		1 42·5		
24.	15 40 30·35		19 7 3·6		0·415136	21 35
		47·63		1 42·4		
25.	15 39 42·72		14 5 21·2		0·415258	21 35
		47·36		1 42·2		
26.	15 38 55·36		19 3 39·0		0·415429	21 36
		47·08		1 42·0		
27.	15 38 8·28		19 1 57·0		0·415648	21 37
		—46·76		+1 41·7		
28.	15 37 21·52		—19 0 15·3		0·415915	21 38
		46·39		1 41·2		
29.	15 36 35·13		18 58 34·1		0·416229	21 39
		45·98		1 40·5		
30.	15 35 49·15		18 56 53·6		0·416590	21 40
		45·55		1 39·6		
31.	15 35 3·60		18 55 14·0		0·416999	21 41
		45·06		1 38·7		
Juni 1.	15 34 18·54		18 53 35·3		0·417454	21 42
		44·54		1 37·6		
2.	15 33 34·00		18 51 57·7		0·417955	21 43
		43·98		1 36·4		
3.	15 32 50·02		18 50 21·3		0·418502	21 45

Opposition, Mai 19, 13ʰ.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

LXV. Band.

ZWEITE ABTHEILUNG.

2.

Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Mathematik, Physik, Chemie, Physiologie, Meteorologie, physischen Geographie und Astronomie.

IV. SITZUNG VOM 1. FEBRUAR 1872.

Herr Prof. L. Gegenbauer in Krems übersendet eine Abhandlung: „Beiträge zur Theorie der linearen Differentialgleichungen."

Herr Dr. Hermann Fritz in Zürich übermittelt das Manuscript eines von ihm zusammengestellten „Nordlicht-Kataloges".

Herr Prof. Dr. H. Hlasiwetz macht eine vorläufige Mittheilung über eine vom Herrn Prof. Weselsky entdeckte neue Säure aus der Aloë.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Académie Royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique: Mémoires. Tome XXXVIII. Bruxelles, 1871; 4°. — Mémoires couronnés in 4°. Tomes XXXV & XXXVI. (1870 & 1871.) — Annuaire. 1871. (XXXVII° Année.) Bruxelles; 12°. — Compte rendu des séances de la Commission R. d'histoire. III° Série. Tome XII°, 1er à III° Bulletins. Bruxelles, 1870; 8°. Biographie Nationale. Tome III°, 1re partie. Bruxelles, 1870; gr. 8°. — Observations des phénomènes périodiques pendant l'année 1869. 4°.

Akademie der Wissenschaften, Königl. Preuss., zu Berlin: Monatsbericht. September, October & November 1871. Berlin; 8°.

Annalen der Chemie & Pharmacie, von Wöhler, Liebig & Kopp. N. R. Band LXXXV, Heft 1. Leipzig & Heidelberg, 1872; 8°.

Apotheker-Verein, allgem. österr.: Zeitschrift. 10. Jahrg., Nr. 2—4. Wien, 1872; 8°.

Astronomische Nachrichten. Nr. 1874 (Bd. 79. 2). Altona, 1872; 4°.

Bericht über den Handel, die Industrie und die Verkehrsverhältnisse in Nieder-Österreich während des Jahres 1870. Erstattet von der Handels- und Gewerbekammer in Wien. Wien, 1871; 8°.

Berliner Astronomisches Jahrbuch für 1871 & 1872. Berlin, 1869 & 1870; 8°.

Bibliothèque Universelle et Revue Suisse: Archives des Sciences physiques et naturelles. N. P. Tome XLII. Nrs. 168. Génève, Lausanne, Paris, 1871; 8°.

Comitato, R., Geologico d'Italia: Bollettino. Anno 1871, Nr. 9—12. Firenze; 8°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXIV, Nrs. 1—2. Paris 1872; 4°.

Ferdinandeum für Tirol & Vorarlberg: Zeitschrift. 3. Folge. XVI. Heft. Innsbruck, 1871; 8°.

Genootschap, Bataviaasch, van Kunsten en Wetenschappen: Tijdschrift voor Indische taal-, land- en volkenkunde. Deel XIX. (Zevende serie. Deel I), Aflev. 1—6. Batavia & 'sHage, 1869—1870; 8°. — Notulen. Deel VII (1869), Nr. 2—3. Batavia, 1869 & 1870; 8°.

Gesellschaft, österr., für Meteorologie: Zeitschrift. VII. Band, Nr. 1—2. Wien, 1872; 4°.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXXIII. Jahrg., Nr. 4. Wien, 1872; 4°.

Istituto, R., Veneto di Scienze, Lettere ed Arti: Atti. Tomo I°, Serie IV°, disp. 1°. Venezia, 1871—72; 8°.

Journal für praktische Chemie, von H. Kolbe. N. F. Band IV, 10. Heft. Leipzig, 1871; 8°.

Landbote, Der steirische. 5. Jahrgang, Nr. 2. Graz, 1872; 4°.

Landwirthschafts-Gesellschaft, k. k., in Wien: Verhandlungen und Mittheilungen. Jahrgang 1872, Nr. 1. Wien; 8°.

Mittheilungen des k. k. technischen und administrativen Militär-Comité. Jahrgang 1872, 1. Heft. Wien; 8°.

— aus J. Perthes' geographischer Anstalt. 18. Band, 1872, I. Gotha; 4°.

Nature. Nrs. 116—117, Vol. V. London, 1872; 4°.

Observatoire Royal de Bruxelles: Annales. Tome XX. Bruxelles, 1870; 4°.

Observatory of Trinity College, Dublin: Astronomical Observations and Researches made at Dunsink. Firt Part. Dublin, 1870; 4°.

Quetelet, Ad., Anthropométrie ou mesure des différentes facultés de l'homme. Bruxelles, Leipzig & Gand, 1870; gr. 8°.

Reichsanstalt, k. k. geologische: Verhandlungen. Jahrgang 1871, Nr. 17—18; Jahrgang 1872, Nr. 1. Wien; 4°.

Reichsforstverein, österr.: Österr. Monatsschrift für Forstwesen. XXI. Band, Jahrg. 1871, November & December-Heft. Wien; 8°.

„Revue politique et littéraire", et „La Revue scientifique de la France et de l'étranger". Ire Année (2e Série), Nrs. 29—31. Paris & Bruxelles, 1872; 4°.

Société des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux: Mémoires. Tome VI, Sig. 10—29 (1868); Tome VIII, 1er Cahier (1870). Paris & Bordeaux; 8°.

— Impériale de médecine de Constantinople: Gazette médicale d'Orient. XVe Année, Nrs. 2—10. Constantinople, 1871—1872; 4°.

— Entomologique de France: Annales. IVe Série. Tome X^e (1870), et Partie supplémentaire du tome X^e (1871). Paris; 8°.

— Philomatique de Paris: Bulletin. Tome VIIe, Avril—Décembre 1870. Paris; 8°

— des Ingénieurs civils: Mémoires et Compte rendu des travaux. 3e Série. 23e Année, 3e—4e Cahiers. Paris, 1870; 8°.

Society, The Asiatic, of Bengal: Journal. Part I, Nr. 4. 1870; Part I, Nr. 1. 1871; Part II, Nr. 2. 1871. Calcutta; 8°. — Proceedings. 1871, Nrs. II, V, VI, VII. Calcutta; 8°.

— The Royal Geological, of Ireland: Journal. Vol. XIII, Part 1. (Vol. III, Part. 1. New Series.) 1870—71. London & Dublin, 1871; 8°

— The Royal Astronomical, of London: Memoirs. Part I, Vol. XXXIX, 1870—1871. London, 1871; 4°; A General Index to the first 38 Volumes of the Memoirs. London, 1871; 8°. — Monthly Notices. Vol. XXXI. London, 1871; 8°. — Williams, John, Observations of Comets, from B. C. 611 to A. D.

1840. Extracted frome the Chinese Annals. London, 1871; 4°.
— Brünnow, Francis, Tables of Iris. Dublin, 1869; 4°.

Vereeniging, K. Natuurkundige in Nederlandsch Indië: Natuurkundige Tijdschrift. Deel XXIX (VI. Serie, Deel IV), Aflev. 5—6; Deel XXX (VI. Serie, Deel V), Aflev. 1—2; Deel XXXI (VII. Serie, Deel I), Aflev. 1—3. Batavia & 's Gravenhage, 1867 & 1869; 8°.

Vierteljahresschrift, österr., für wissenschaftliche Veterinärkunde. XXXVI. Band, 2. Heft. (Jahrgang 1871. IV.) Wien; 8°.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXII. Jahrgang, Nr. 3—4. Wien, 1872; 4°.

Zeitschrift für Chemie von Beilstein, Fittig & Hübner. XIV. Jahrgang. N. F. VII. Bd., 14. Heft. Leipzig, 1871; 8°.
— des österr. Ingenieur- & Architekten-Vereins. XXIII. Jahrgang (1871), 17. & 18. Heft; XXIV. Jahrgang, 1. Heft. Wien, 1872; 4°.

V. SITZUNG VOM 8. FEBRUAR 1872.

Der Secretär legt folgende eingesendete Abhandlungen vor:

„Note über die Bessel'schen Functionen zweiter Art", vom Herrn Prof. L. Gegenbauer in Krems.

„Über die Temperatur Constante", vom Herrn Prof. Simon Šubić in Graz.

Herr Prof. L. Boltzmann in Graz übersendet die vorläufige Anzeige einer Abhandlung, in welcher der Beweis geliefert wird, dass die von Maxwell gefundene die einzig mögliche schliessliche Zustandsvertheilung unter einatomigen Gasmolecülen ist.

Herr Prof. Dr. Jul. Wiesner übermittelt einen Bericht über die von der Nordpolfahrt der Herren Weyprecht und Payer mitgebrachten Treibhölzer aus dem nördlichen Polarmeere, welche ihm von der k. Akademie zur Untersuchung übergeben worden sind.

Herr Dr. A. Boué legt eine Abhandlung: „Über die Mächtigkeit der Formationen und Gebilde" vor.

Herr Prof. Dr. V. v. Lang überreicht eine Abhandlung: „Über das schwefelsaure Äthylendiamin".

Herr stud. phil. Herm. Frombeck übergibt eine Abhandlung, betitelt: „Die Analoga der Fourier'schen Integrale".

Herr Prof. Dr. J. Seegen überreicht eine Abhandlung: „Über eine Methode, um minimale Mengen Zucker im Harne mit grösserer Bestimmtheit nachzuweisen".

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Accademia Pontificia de' Nuovi Lincei: Atti. Anno XXV, Sess. 1ª. Roma, 1872; 4°.

Akademie, Südslavische, der Künste und Wissenschaften zu Agram: Rad. Knjiga XVII. U Zagrebu, 1871; 8°.

Anales del Museo público de Buenos-Aires. Entrega VII^a^ (I^a^ del tomo II°). Buenos Aires, Paris & Halle, 1870; 4°.

Becker, Friedrich, Impfen oder Nichtimpfen! Berlin, 1872; 8°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXIV, Nrs. 3—4. Paris, 1872; 4°.

Gelehrten-Gesellschaft, k. k. in Krakau: Rocznik, Tom XVIII & XIX. W Krakowie, 1870 & 1871; 8°. — Sprawozdanie komisyi fizyograficznéj. Tom V. W Krakowie, 1871; 8°. — Historya wyzwolonéj rzeczypospolitéj wpadającej pod jarzmo domowe za panowania Jana Każmierza. (1655—1660.) Tom I. Kraków, 1870; 8°. Lud. Serya V. Krakowskie. Część I. Kraków, 1871; 8°. — Wykład Bajik Krasickiego Wraz z tekstem tychże przez G. Ehrenberga. Kraków, 1871; 8°.

Gelehrten-Verein, serbischer, zu Belgrad: Glasnik. XXX. XXXI. Band. Belgrad, 1871; 8°.

Gesellschaft, Naturforschende, in Danzig. Schriften. N. F. II. Bandes, 3. & 4. Heft. Danzig, 1871; 4°.

— — zu Freiburg i. Br.: Festschrift zur Feier ihres 50jährigen Jubiläums. Freiburg i. Br., 1871; 8°.

— der Wissenschaften, K., zu Kopenhagen: Skrifter. 5 Raekke, histor. og philos. Afd., 4. Bd. IV—VI; naturvidensk. og mathem. Afd., 8. Bd. VI—VII, 9. Bd. I—IV. Kjøbenhavn, 1869—1871; 4°. — Oversigt. 1868, Nr. 6; 1869, Nr. 3—4; 1870, Nr. 1—3; 1871, Nr. 1. Kjøbenhavn; 8°. — *Symbolae Caricologicae. Autore S. Drejer. Hafniae, 1844; folio.*

— Astronomische, in Leipzig: Vierteljahrsschrift. VI. Jahrgang, 4. Heft. Leipzig, 1871; 8°.

— Geographische, in Wien: Mittheilungen. Bd. XV (neuer Folge V), Nr. 1. Wien, 1872; 8°.

Hinrichs, Gustavus, The School Laboratory. Vol. I, Nrs. 3 & 4. Iowa City, 1871; 8°.

Instituut, K. Nederlandsch Meteorologisch: Nederlandsch Meteorologisch Jaarboek voor 1869. II. Deel; voor 1870, I. Deel. Utrecht, 1870; Quer-4°.

Jena, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften aus dem Halbjahr 1871. 4° & 8°.

Königberg, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften aus d. J. 1871. 4° & 8°.

Landbote, Der steirische. 5. Jahrgang, Nr. 3. Graz, 1872; 4°.

Landwirthschafts-Gesellschaft, k. k., in Wien: Verhandlungen & Mittheilungen. Jahrgang 1872, Nr. 2. Wien; 8°.

Laube, Gust. C., Die Echinoiden der österr.-ungar. oberen Tertiärablagerungen. (Abhdlgn. der k. k. geol. Reichsanstalt, Bd. V, Heft Nr. 3.) Wien, 1871; 4°.

Musée Teyler: Archives. Vol. III, fasc. 2ᵉ. Harlem, Paris & Leipzig, 1871; 4°.

Nature. Nr. 118, Vol. V. London, 1872; 4°.

Observatory, The Royal, Greenwich: Results of the Magnetical and Meteorological Observations, 1868. — Results of the Astronomical Observations, 1868. — Breen, Correction of Bouvard's Elements of Jupiter and Saturn. (Appendix I. to Greenwich Observations, 1868.) — New Seven-Year Catalogue of 2760 Stars etc. (Appendix II. to Greenwich Observations, 1868.) 4°.

Radcliffe Observatory: Results of Astronomical and Meteorological Observations, in the Year 1868. Vol. XXVIII. Oxford, 1871; 8°.

Reichsanstalt, k. k. geologische: Jahrbuch. Jahrgang 1871. XXI. Band, Nr. 4. Wien; 4°.

Report on Barraks and Hospitals with Descriptions of Military Posts. Washington, 1870; 4°.

Reports on Observations of the Total Solar Eclipse of December 22, 1870. Washington, 1871; 4°.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXII. Jahrgang, Nr. 5. Wien, 1872; 4°.

Über das schwefelsaure Äthylendiamin.

Von dem w. M. **Viktor v. Lang.**

(Mit 2 Holzschnitten.)

Vor kurzem erhielt ich durch die Güte des Herrn Prof. A. W. Hofmann in Berlin sehr schön ausgebildete Krystalle von schwefelsaurem Äthylendiamin zur Untersuchung. Dieselben gehören ins tetragonale System, zeigen aber die Erscheinungen der Circularpolarisation, ein Fall der bis jetzt blos einmal beobachtet worden war. Descloizeaux nämlich hat gefunden, dass dasjenige schwefelsaure Strychnin, welches tetragonal ist, auch circularpolarisirt, eine Eigenschaft, die dasselbe auch in der Lösung beibehält.

Das schwefelsaure Äthylendiamin gehört also auch in physikalischer Hinsicht zu den interessantesten Verbindungen.

Die krystallographische und optische Untersuchung desselben hat Folgendes ergeben:

System: tetragonal.

Elemente: $a:c = 0{\cdot}6692:1$.

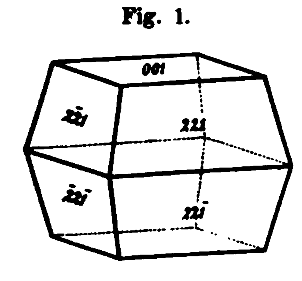
Beobachtete Formen: 001, 101, 201, 111, 221.

Normalenwinkel:

	Gerechnet	Beobachtet
101.001 =	56° 12′	56° 12′
201.001	71 30	
201.101	15 18	
101.10$\bar{1}$	67 36	
201.20$\bar{1}$	37 0	

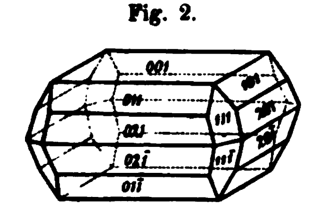
	Gerechnet	Beobachtet
111.001	64° 40′	64° 42′
221.001	76 41	76 34
111.221	12 1	
111.11$\bar{1}$	50 40	
221.22$\bar{1}$	26 38	
101.011	71 58	
101.111	39 43	
111.1$\bar{1}$1	79 26	
201.111	42 8	
201.021	84 16	
201.221	43 27	
221.2$\bar{2}$1	86 54	87 18.

Fig. 1.



Combination: Die Krystalle haben zweierlei Habitus, wie dies in den Figuren 1 und 2 dargestellt ist. Entweder sind es blos Combinationen der zwei Formen 221 und 001 oder es sind Combinationen der Formen 111, 101, 201, 001. Gewöhnlich herrscht die Fläche 001 sehr vor, so dass die Krystalle dadurch tafelförmig werden.

Fig. 2.



Theilbarkeit ausgezeichnet parallel der Fläche 001.

Optisches Verhalten. Die Krystalle haben positiven Charakter und zeigen längs der Axe Circularpolarisation, verhalten sich also ganz so wie der Quarz. Eine beiläufig 0·89 Millimeter dicke Platte drehte beim Lichte der Natriumflamme die Polarisationsebene um

13° 45′, was für 1 Millimeter 15° 30′ gibt. Die Drehung beträgt also beiläufig drei Viertel von der des Quarzes.

Die untersuchten Krystalle waren theils rechts-, theils linksdrehend. An denselben konnten weder hemiëdrische noch hemisymmetrische Formen wahrgenommen werden.

Die Lösung scheint die Eigenschaften der Circularpolarisation nicht zu besitzen. In dieser Hinsicht unterscheidet sich also diese Verbindung von dem schwefelsauren Strychnin.

Note über die Bessel'schen Functionen zweiter Art.

Von **Leopold Gegenbauer** in Krems.

Carl Neumann hat in seinem Schriftchen: „Theorie der Bessel'schen Functionen" die Functionen $O^{(n)}_{(x)}$, welche zu den Bessel'schen Functionen $J^{(n)}_{(x)}$ in analoger Beziehung stehen, wie die Kugelfunctionen zweiter Art zu denen erster Art, als Bessel'sche Functionen zweiter Art eingeführt. Da die Bessel'schen Functionen $J^{(n)}_{x}$ durch die Gleichungen:

$$1) \quad 2[J^{(n)}_{(x)}]' = J^{(n-1)}_{(x)} - J^{(n+1)}_{(x)}$$

$$2) \quad \frac{2n}{x} J^{(n)}_{(x)} = J^{(n-1)}_{(x)} + J^{(n+1)}_{(x)}$$

vollkommen bestimmt sind, so liegt es nahe zu untersuchen, ob auch für die Bessel'schen Functionen zweiter Art ähnliche Relationen bestehen. Eine solche wurde schon von C. Neumann gefunden, sie ist:

$$3) \quad 2[O^{(n)}_{(x)}]' = O^{(n-1)}_{(x)} - O^{(n+1)}_{(x)}.$$

Wir werden nun in der vorliegenden Note zeigen, dass, so lange n eine gerade Zahl ist, auch für die Functionen $O^{(n)}_{(x)}$ eine Relation besteht, welche der in 2) ausgesprochenen für die Functionen $J^{(n)}_{x}$ geltenden ähnlich ist.

Es sei n eine gerade positive Zahl und φ und ψ seien zwei Functionen, welche den linearen Differentialgleichungen zweiter Ordnung:

$$4) \quad \varphi'' + \frac{3}{x}\varphi' + \left(1 - \frac{n^2-1}{x^2}\right)\varphi = \frac{1}{x}$$

$$5) \quad \psi'' + \frac{3}{x}\psi' + \left(1 - \frac{n(n+2)}{x^2}\right)\psi = \frac{n+1}{x^2}$$

genügen. Benützt man die Gleichungen:

$$6)\quad \varphi = x^{n-1}.\Phi$$

$$7)\quad \psi = x^{n}.\Psi$$

zur Transformation der Gleichungen 4) und 5), so erhält man:

$$8)\quad \Phi'' + \frac{2n+1}{x}\Phi' + \Phi = \frac{1}{x^n}$$

$$9)\quad \Psi'' + \frac{2n+3}{x}\Psi' + \Psi = \frac{n+1}{x^{n+2}}.$$

Durch Differentiation der Gleichung 8) entsteht die neue Gleichung:

$$10)\quad \Phi''' + \frac{2n+1}{x}\Phi'' + \left(1 - \frac{2n+1}{x^2}\right)\Phi' = -\frac{n}{x^{n+1}}.$$

Schreibt man die Gleichung 9) in folgender Form:

$$11)\quad (x.\Psi)'' + \frac{2n+1}{x}(x.\Psi)' + \left(1 - \frac{2n+1}{x^2}\right)(x.\Psi) = \frac{n+1}{x^{n+1}},$$

so ersieht man, dass die Function Ψ durch die Function Φ bestimmt werden kann. Die Gleichungen 10) und 11) gehen nämlich in einander über. wenn man:

$$12)\quad \Psi = -\frac{n+1}{nx}\Phi'$$

setzt. Durch Verbindung der Gleichungen 6), 7) und 12) erhält man die neue Gleichung:

$$13)\quad \psi = \frac{n+1}{n}\left[\frac{n+1}{x}\varphi - \varphi'\right].$$

Da die Functionen $O^{(n)}_{(x)}$ particuläre Integrale der linearen Differentialgleichung zweiter Ordnung:

$$14)\quad y'' + \frac{3}{x}y' + \left(1 - \frac{n^2-1}{x^2}\right)y = g_n$$

sind, wo g_n für gerade n durch die Gleichung:

$$15)\quad g_n = \frac{1}{x},$$

für ungerade n aber durch die Gleichung:

$$16)\quad g_n = \frac{n}{x^2}$$

bestimmt wird, so sind $O_{(x)}^{(n)}$ und $O_{(x)}^{(n+1)}$, wenn n eine gerade positive Zahl ist, Functionen, welche den Gleichungen 4), 5) und also auch 13) genügen. Man hat daher:

$$17)\quad O_{(x)}^{(n+1)} = \frac{n+1}{n}\left[\frac{n-1}{x} O_{(x)}^{(n)} - [O_{(x)}^{(n)}]'\right].$$

Durch Vereinigung der Gleichungen 3) und 7) erhält man:

$$18)\quad \frac{2(n^2-1)}{x} O_{(x)}^{(n)} = (n+1) O_{(x)}^{(n-1)} + (n-1) O_{(x)}^{(n+1)}.$$

Dies ist die oben erwähnte der Gleichung 2) ähnliche für die Functionen $O_{(x)}^{(n)}$ bei geradem n giltige Relation.

VI. SITZUNG VOM 22. FEBRUAR 1872.

Der Secretär legt folgende eingesendete Abhandlungen vor:

„Über *Castanea vesca* und ihre vorweltliche Stammart", vom Herrn Prof. Dr. Freih. v. Ettingshausen in Graz.

„Untersuchungen aus dem medicinisch-chemischen Laboratorium der Universität Innsbruck: 4. Untersuchungen über die Gallenfarbstoffe (III. Abhandlung); 5. Über das Verhalten der Oxybenzoësäure und Paraoxybenzoësäure in der Blutbahn", beide vom Herrn Prof. R. Maly in Innsbruck.

„Über den Einfluss der Bewegung der Tonquelle auf die Tonhöhe", vom Herrn Prof. L. Gegenbauer in Krems.

Herr Director Dr. J. Stefan überreicht eine Abhandlung, betitelt: „Untersuchungen über die Wärmeleitung in Gasen". (I. Abhandlung.)

Herr Prof. Dr. J. Petzval übergibt eine Abhandlung: „Theorie der Schwingungscurven", vom Herrn Dr. Felix Ritter v. Strzelecki, Prof. der Physik an der k. k. technischen Akademie in Lemberg.

Herr Director Dr. G. Tschermak legt eine Abhandlung: „Die Meteoriten von Shergotty und Gopalpur" vor.

Herr Dr. Sigm. Exner überreicht eine Abhandlung: „Über den Erregungsvorgang im Sehnervenapparat".

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Annales des mines. VIe Série. Tome XIX. 3e Livraison de 1871; Tome XX. 4e Livraison de 1871. Paris; 8°.

Annuario marittimo per l'anno 1872. XXII. Annata. Trieste; 8°.

Apotheker-Verein, Allgem. österr.: Zeitschrift. 10. Jahrgang, Nr. 5—6. Wien, 1872; 8°.

Astronomische Nachrichten. Nr. 1875 (Bd. 79. 5). Altona, 1872; 4°.

Berliner Astronomisches Jahrbuch für 1874 etc. Berlin, 1872; 8°.

Beobachtungen, Schweizer. Meteorologische. August & September 1870; Januar, Februar & März 1871. Zürich; 4°.

Christiania, Universität: Schriften aus den Jahren 1869 & 1870. 8°, 4° & Folio.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXIV, Nrs. 5—6. Paris, 1872; 4°.

Erlangen, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften aus dem Jahre 1871. 4° & 8°.

Gesellschaft für Salzburgische Landeskunde: Mittheilungen. XI. Vereinsjahr 1871. Salzburg; 8°. — Die Grabdenkmäler von St. Peter und Nonnberg zu Salzburg. III. Abtheilung. Salzburg, 1871; 8°. — Schwarz, Karl Ritter v., Salzburgische Kulturgeschichte in Umrissen. Von F. V. Zillner. Salzburg, 1871; 8°.

Gesellschaft der Wissenschaften, Oberlausitzische: Neues Lausitzisches Magazin. XLVIII. Band, 2. Heft. Görlitz, 1871; 8°.

— Österr., für Meteorologie: Zeitschrift. VII. Band, Nr. 3—4. Wien, 1872; 4°.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXXIII. Jahrgang, Nr. 6—8. Wien, 1872; 4°.

Istituto, R., Veneto di Scienze, Lettere ed Arti: Atti. Tomo I°, Serie IV^a, Disp. 2da. Venezia, 1871—72; 8°.

Journal für praktische Chemie, von H. Kolbe. Gratis-Beilage: Virchow's Schrift „Nach dem Kriege". Leipzig; 8°.

Landbote, Der steirische. 5. Jahrgang, Nr. 4. Graz, 1872; 4°.

Landwirthschafts-Gesellschaft, k. k., in Wien: Verhandlungen und Mittheilungen. Jahrgang 1872, Nr. 3—4. Wien; 8°.

Lotos. XXII. Jahrgang, Jänner 1872. Prag; 8°.

Marburg, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften seit dem Winter 1870/1. 4° & 8°.

Mittheilungen, Mineralogische, von G. Tschermak. Jahrgang 1871, Heft 2. Wien, 1872; kl. 4°.

Moniteur scientifique. Par Quesneville. 361e Livraison. (IIIe Serie, Tome II.) Paris, 1872; 4°.

Nature. Nrs. 119—120. Vol. V. London, 1872; 4°.

Osservatorio del R. Collegio Carlo Alberto in Moncalieri: Bullettino meteorologico. Vol. VI, Nr. 2. Torino, 1872; 4°.

Plantamour, E., R. Wolf et A. Hirsch, Détermination télégraphique de la différence de longitude entre la station astronomique du Righi-Kulm et les observatoires de Zürich et de Neuchatel. Génève et Bale, 1871; 4°.

Programm der k. k. Forst-Akademie in Mariabrunn für das Studienjahr 1871/72. Wien, 1872; 8°.

Reichsanstalt, k. k. geologische: Verhandlungen. Jahrgang 1872, Nr. 2. Wien; 4°.

Reichsforstverein, österr.: Österr. Monatsschrift für Forstwesen. XXII. Band, Jahrgang 1872, Jänner-Heft. Wien; 8°.

„Revue politique et littéraire“ et „La Revue scientifique de la France et de l'étranger“. Ire Année. (2e Serie.) Nrs. 28, 32—34. Paris & Bruxelles, 1872; 4°.

Société Botanique de France: Bulletin. Tome XVII, Revue bibliographique D. Paris, 1870; 8°.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXII. Jahrgang, Nr. 6—7. Wien, 1872; 4°.

Zeitschrift für Chemie, von Beilstein, Fittig & Hübner. XIV. Jahrgang. N. F. VII. Band, 15. & 16. Heft. Leipzig, 1871; 8°.

Über das Verhalten der Oxybenzoësäure und Paraoxybenzoësäure in der Blutbahn.

Von **Richard Maly.**

Zu den Säuren, von denen man weiss, dass sie sich im kreisenden Blute glycolliren, gehört auch nach einem Versuche von C. Bertagnini (Nuovo cimento I. 363) die Salicylsäure, sie gibt die Salicylursäure. Ich habe es mir bei dem nach dem neuesten Stande der Chemie so vorzüglich den aromatischen Isomeren zugewendeten Studium interessant gedacht, auch das Verhalten im Blute nach Einverleibung in den Magen an einer Reihe isomerer Säuren zu prüfen. Hiezu schienen sich die Säuren

$$C_7H_6O_3 \begin{cases} \text{Salicylsäure} \\ \text{Oxybenzoësäure} \\ \text{Paraoxybenzoësäure} \end{cases}$$

zu eignen, da von der erstgenannten die Eigenschaft, einen hippursäureartigen Abkömmlung zu bilden, schon im positiven Sinne erledigt war.

Man führt die Isomerie dieser 3 Säuren auf die verschiedene gegenseitige Stellung der Hydroxyl- und Carboxylgruppe zurück, und für den Fall als alle 3 Säuren Glycocoll unter Wasseraustritt aufnehmen würden, war zu erwarten, dass wieder zwar gleich zusammengesetzte, aber durch die Verschiedenheit der vom Glycocollrest eingenommenen Stellungen verschiedene Säuren von der Zusammensetzung der Salicylursäure $C_9H_9NO_4$ entstehen werden.

Ich habe den früheren Assistenten Hr. Dr. Löbisch für diesen Gegenstand zu interessiren vermocht; derselbe hat an sich selbst die Reaction mit den beiden Säuren vorgenommen, und sich auch theilweise an den Analysen betheiliget. Die beiden zu prüfenden Säuren verdanke ich meinem Freunde von Barth;

die Paraoxybenzoësäure war durch Schmelzen von Anissäure mit Kali und die Oxybenzoësäure durch gleiche Behandlung aus Sulfobenzoësäure erhalten worden.

Die zuerst geprüfte Säure war die Oxybenzoësäure, die in Wasser vertheilt getrunken wurde. Der während mehrerer Tage nach Einnahme von etwa 15—20 Grm. gesammelte Harn wurde im Wasserbade zum Syrup verdampft und nach dem Ansäuern mit Salzsäure mit Äther ausgeschüttelt. Aus den vermischten Ätherrückständen wurde nach Umkrystallisiren aus Weingeist und Wasser und Reinigung mit Thierkohle eine Portion zarter, feiner, weisser, seidenglänzender Nadeln erhalten, die von ganz gleichartigem Aussehen waren und unter dem Mikroskop keine Verunreinigung mit einem zweiten Körper erkennen liessen. Sie waren in Wasser und Alkohol löslich, ohne Reaction auf Eisensalze, blieben bei 100° unverändert, und schmolzen unter gleichzeitiger Braunfärbung zwischen 189—191°.

Da die ersten Verbrennungen einen, für die zu erwartende Oxybenzoësäure viel zu hohen Kohlenstoff- und detto Wasserstoffgehalt ergaben, wurde eine grössere Partie der Säure der Behandlung mit kochender conc. Salzsäure unterworfen. Dabei trat unter Braunfärbung eine körnig-krystallinische Ausscheidung auf, die von der sauren braunen Lösung abfiltrirt, gewaschen und aus kochendem Wasser umkrystallisirt wurde. Der Schmelzpunkt 196—200° und die Sublimirbarkeit dieses Körpers in feinen Nadeln und Warzen sprachen schon für abgespaltene Oxybenzoësäure. Um für die Analyse davon recht reine Substanz zu erhalten, wurde das ganze sublimirt, und da das Sublimat noch nicht ganz weiss war, endlich wieder aus Wasser und unter Zusatz von Thierkohle umkrystallisirt. Der Theil, der jetzt davon zur Analyse verwendet werden konnte, war schon sehr klein (0·165 Grm.), so dass dies einen kleinen Ausfall an Kohlenstoff bei den erhaltenen Zahlen wohl erklärt: es wurde gefunden 60·1% C und 4·8% H gegenüber der Berechnung für Oxybenzoësäure, welche verlangt: 60·8% C und 4.35% H. Demungeachtet konnte ein Zweifel, dass das ausgeschiedene Product des Organismus beim Kochen mit Salzsäure die eingenommene Substanz nach Art der Hippursäuren wieder gab, nicht mehr bestehen.

Ebenso vollständig war es möglich, bei dieser Zerlegung aus dem braunen Filtrat von der rohen Oxybenzoësäure Glycocoll zu gewinnen; es gab nach der Entfärbung grosse zerfliessliche Krystalle, die mit überschüssigem Silberoxyd gekocht wurden. Das Filtrat mit Schwefelwasserstoff entsilbert, gab bald eine krystallinische Ausscheidung, und erstarrte auf Zusatz von absolutem Alkohol zu einem Brei von harten Krystallkörnern. Diese schmeckten süss, lösten Kupferoxyd, gaben die schöne Reaction mit Alloxan und wurden noch einmal in Wasser gelöst und mit Alkohol gefällt. Ein Theil ist dann durch Kochen mit Kupferoxyd in die Kupferverbindung übergeführt worden, die hellblaue lange glänzende Nadeln darstellte mit dem verlangten Kupfergehalt, und der Rest wurde noch verbrannt, wobei erhalten wurde:

C 31·3%		Glycocoll	C 32·0%
H 6·5%		verlangt	H 6·6%

Nachdem so die Zersetzungsproducte einer erwarteten, mit Glycocoll gepaarten Oxybenzoësäure unzweideutig erhalten waren, wurde nochmals die Aufmerksamkeit auf die Reindarstellung der Säure gerichtet, die, wie oben erwähnt, viel mehr Kohlenstoff und Wasserstoff gegeben hatte als einem Isomeren der Salicylursäure entsprechen würde. Während letztere Säure verlangt:

C_9	55·38%
H_9	4·61 „
N	7·17 „
O_4	—

wurde gefunden:

	I	II	III	IV	V	VI
C	59·10	59·39	58·51	58·3	59·69	58·4
H	5·48	5·40	5·41	5·32	5·64	5·2
N	—	6·93	—	—	—	—

Und zwar war I und II von der zuerst gewonnenen, mehrmals umkrystallisirten Partie; III von einer neuen Darstellung. Substanz IV wurde gewonnen, als die ganze Säure durch Kochen mit Silberoxyd in das Silbersalz verwandelt, heiss filtrirt und das sich ausscheidende flockige Silbersalz mit Schwefelwasser-

stoff wieder zerlegt worden war. Substanz V und VI ist so erhalten, dass die ganze noch vorräthige Säure in kaltem Wasser vertheilt, und nun mit Äther geschüttelt wurde. Jede Schichte wurde abgedunstet und die bleibende Säure noch einmal aus heissem Wasser umkrystallisirt; N V ist von der in den Äther übergegangenen Säure und VI von der in der wässrigen Schichte gebliebenen.

Obwohl die Differenzen obiger Analysen (ich theilte alle mit) grösser sind als sie bei einer reinen Substanz vorkommen dürfen, so ist doch auf alle Fälle zu ersehen, dass an die Zusammensetzung einer Säure $C_9H_9NO_4$ wie sie die Salicylsäure im Organismus gibt, nicht zu denken ist.

Noch ein Moment musste ich berücksichtigen, nämlich die Verunreinigung mit einem C und H reichen Körper des Harns, der beim Ausschütteln mit Äther vielleicht in diesen überging und hartnäckig allen Krystallisationen beigemischt war.

Normaler (eigener) Harn wurde in grosser Menge verdampft bis zum Syrup und wie oben nach dem Ansäuern mit Salzsäure mit Äther geschüttelt. Die ätherischen Destillatsrückstände durch Kochen mit Wasser von riechenden Körpern und mit Thierkohle von Farbstoff befreit, gaben aus Wasser umkrystallisirt eine nicht grosse Menge von weissen, wenig glänzenden Kryställchen, die sich als Hippursäure zu erkennen gaben. Auf ihre Reinheit geprüft durch die Analyse wurde erhalten:

C.......	60·57	Hippursäure will	C.......	60·74
H.......	5·06		H.......	4·96

Diese Zahlen, welche nebenbei zeigen, wie leicht man aus Menschenharn Hippursäure rein erhält, beweisen auch, dass eine Verunreinigung meiner hypothetischen Oxybenzursäure durch einen aus dem ätherischen Harnextract mit übergegangenen Körper nicht die Ursache der hohen erhaltenen Kohlenstoff- und Wasserstoffwerthe sein kann, da man nur Hippursäure erhält, deren Menge weitaus zu klein ist, um den Kohlenstoff meiner nicht unbeträchtlichen Quantität Substanz von 55 auf 59% zu heben, und anderseits der Wasserstoff immer höher als bei Hippursäure war.

Die analytischen Zahlen stehen somit in einem Widerspruch mit den Zersetzungsproducten bei der Einwirkung von Salzsäure, obwohl bei der Analyse der Gesammtsubstanz an Reinigungsversuchen nicht gespart wurde. Und ganz dasselbe war der Fall bei den Versuchen mit Paraoxybenzoësäure. Der Harn wurde nach deren Einnahme wie früher behandelt, und die ätherischen Schüttelanzüge mit Thierkohle etc. gereinigt. Die erhaltenen weissen, stark glänzenden feinen Nadeln schmolzen bei 205—208 und erstarrten nach dem Abkühlen krystallinisch. Bei der Analyse wurde erhalten:

C . . . . 58·1%
H . . . . 5·2

Indem ich so die erhaltenen Resultate mittheile, bleibt mir noch die Vorstellung wiederzugeben, die ich mir über diesen Widerspruch gemacht habe. In den gefundenen Zahlen ist der C und H in dem Verhältnisse höher, als den höheren Homologen der Salicylursäure entsprechen würde. Da für die genossenen Säuren eine Homologie ausgeschlossen ist, so wäre nur der im Organismus zugepaarte Rest ins Auge zu fassen. Ich habe an Alanin gedacht, aber eine genauere Untersuchung des Spaltungsproductes schloss auch dieses aus. Methylirtes und äthylirtes Glycocoll aber in Verbindung mit Oxybenzoësäure würden Zahlen verlangen, sehr ähnlich den gefundenen, und das Auftreten von nicht substituirtem Glycocoll würde nicht mit dieser Annahme im Widerspruche stehen, denn von dem Äthylglycocoll das Schilling (Annal. d. Chemie Bd. 127) dargestellt hat, ist bekannt, dass es sich beim Kochen der wässrigen Lösung mit Silberoxyd, ja schon beim Verdunsten seiner Lösung in der Wärme in Glycocoll und Alkohol wieder spaltet.

Die Zusammensetzung einer methylirten Oxybenzoësäure verlangt die Zahlen von A, die einer äthylirten jene von B:

A		B	
$C_{20}H_{11}NO_{6}$		$C_{22}H_{13}NO_{6}$	
C	57·41%	C	59·19%
H	5·26 „	H	5·82 „

und zwischen beiden namentlich B nahe liegen die gefundenen Werthe.

Es ist dies die einzige plausible Vorstellung, mit der ich die Analysen in Einklang bringen kann, wobei ich den letzten Beweisgrund, nämlich die Nachweisung der Äthylgruppe wenigstens vorläufig wegen Mangels des nur schwierig und aufopfernd zu gewinnenden Materials unterlassen muss. Vielleicht finden Andere einen passenden Anhaltspunkt, den angeregten Gesichtspunkt näher zu beleuchten, und ich will nur noch erwähnen, dass das Methylguanidin, ein einfaches Zerlegungsproduct des Kreatins und daher auch dieses selbst das Radical Methyl in sich birgt, dass das Tyrosin eine Äthylverbindung ist und das Cholin der Galle 3mal Methyl im Molecül enthält etc., so dass also an diesen einfachen Radicalen im Organismus, zumal in der Leber und Galle, kein Mangel ist.

In Bezug auf die Hippursäurebildung der aromatischen Säuren überhaupt liess sich erwarten, dass die in neuester Zeit von Strecker (Zeitschrift für Chemie 1868, 215) aufgefundene interessante Zerlegung der Harnsäure durch Jodwasserstoffsäure bei 160—170° in Glycocoll, Kohlensäure und Ammoniak einen Aufschluss geben würde. Bei den älteren Untersuchungen hierüber ist meist nur an das Glycocoll der Gallensäure gedacht worden.

Einen zunächst liegenden Versuch habe ich vorläufig gemacht, von dem Gedanken ausgehend, dass wenn etwa die nascirende Harnsäure des Organismus Glycocoll an Benzoësäure abgeben würde, man dann nach Einnahme der letzteren Säure weniger, resp. keine Harnsäure im Harn finden müsste. Dies hat sich jedoch nicht bewährt; ich habe bei gleicher Lebensweise im Morgenharn (10 Uhr Abends bis 7 Uhr Früh) 0·063—0·132 Grm. Harnsäure, nach Benzoësäuregenuss ($^1/_2$ Grm.) sogar mehr, nämlich 0·140 Grm. gefunden.

Auch einige Versuche ausserhalb des Organismus, Harnsäure und Benzoësäure unter verschiedenen Verhältnissen, z. B. höherem Druck, aufeinander einwirken zu lassen, haben nichts positives ergeben.

Untersuchungen über die Wärmeleitung in Gasen.

Erste Abhandlung.

Von dem w. M. J. Stefan.

Durch die dynamische Theorie der Gase wurde zuerst der Druck erklärt als Effect der Stösse der rasch bewegten Molecüle. Aus der bekannten Grösse des Druckes und der Dichte hat Clausius eine der Constanten, welche die Natur jedes Gases charakterisiren, bestimmt, nämlich die Geschwindigkeit der progressiven Bewegung der Gasmolecüle.

Durch dieselbe Theorie ist von Maxwell das Wesen der inneren Reibung in Gasen erklärt worden als Effect des Austausches der Geschwindigkeiten zwischen den in verschiedenen Schichten verschieden schnell bewegten Molecülen. Aus den durch die Ausflussversuche von Graham, durch die Schwingungsversuche von O. L. Meyer und Maxwell gegebenen Werthen der inneren Reibung konnte Maxwell eine zweite, die Natur der Gase bestimmende Constante ableiten, nämlich die Anzahl der Zusammenstösse, welche zwischen den Molecülen eines Gases in der Zeiteinheit stattfinden, oder die mittlere Länge des Weges, den ein Molecül von einem bis zum nächsten Zusammenstosse macht.

Aus derselben Theorie folgt aber weiter, dass durch die zwei für jedes Gas gefundenen Constanten auch die Geschwindigkeit der Diffusion verschiedener Gase und die Grösse der Wärmeleitung bestimmt ist. Es sind von Loschmidt eine Reihe von Bestimmungen der Diffusionsgeschwindigkeiten für verschiedene Gascombinationen ausgeführt worden und ich habe gefunden, dass man mit Hilfe der bekannten Constanten der Gase die Ergebnisse dieser Versuche hätte vorausberechnen können.

Wirklich vorausberechnet wurden aber solche Zahlen von Maxwell und Clausius für das Wärmeleitungsvermögen der Gase. Für die Begründung der dynamischen Gastheorie ist daher die experimentelle Bestimmung dieses Leitungsvermögens von der grössten Wichtigkeit.

Es gehören aber schon die Bestimmungen des Leitungsvermögens der Metalle zu den schwierigsten. Die Fehler, welche bei solchen Untersuchungen unterlaufen, sind ganz ungewöhnlich gross, so dass z. B. Despretz finden konnte, Platin leite die Wärme besser als Kupfer, während Wiedemann und Franz das Leitungsvermögen des Kupfers dreimal grösser fanden als das des Platin. Und dabei handelt es sich nur um relative Bestimmungen. Allerdings ist durch die Methoden von Forbes, Neumann und Angström nun ein grosser Fortschritt gemacht, und wird ein solcher, hoffe ich, aus den in den vorliegenden Untersuchungen angeregten Methoden auch für dieses Gebiet noch erwachsen.

Noch schwieriger wird die Aufgabe, wenn es sich um Flüssigkeiten handelt. Es treten hier neue Fehlerquellen auf, welche aus den Strömungen innerhalb der Flüssigkeit und aus dem Wärmeaustausch zwischen der Flüssigkeit und den sie einschliessenden Gefässwänden entspringen. Es sind nur wenige Versuche in dieser Richtung gemacht worden von Despretz, dann von Paalzow, welche relative Bestimmungen zum Ziele haben, von Lundquist, welcher, die Angström'sche Methode anwendend, absolute Bestimmungen lieferte. Auch auf diesem Felde werden sich, wie ich erwarte, meine Methoden und Apparate als die einfachsten und sichersten von allen bisher angewandten erweisen.

Die Schwierigkeiten, mit welchen man bei Untersuchungen über das Leitungsvermögen von Flüssigkeiten zu kämpfen hat, treten, wenn es sich um Gase handelt, noch in vergrössertem Massstabe auf. Der geringe Wärmeinhalt der Gase hat zur Folge, dass der Einfluss der Wände, der Einfluss eingeführter Thermometer so gewaltig wird, dass die Grösse, welche man sucht, verschwindet gegen die Störungen, die sie erleidet. So war Magnus nur für Wasserstoffgas die Existenz des Leitungs-

vermögens zu beweisen im Stande, für die übrigen Gase gaben seine Versuche sogar ein negatives Resultat.

Die verschiedenen Versuche, welche ich ausgeführt habe, zerfallen in zwei Arten. Nach der ersten Art wurde die in Cylindern eingeschlossene Luft einseitig entweder von oben erwärmt oder von unten abgekühlt. Die eingeschlossene Luft selbst bildete die thermometrische Substanz und konnte für jeden Zeitpunkt ihre mittlere Temperatur manometrisch bestimmt werden. Die aus dieser mittleren Temperatur für das Leitungsvermögen abgeleitete Zahl fällt zu klein oder zu gross aus, je nachdem in den Seitenwänden des Cylinders die Wärme langsamer oder schneller sich verbreitet, als in der Luft. Der erste Fall trat ein, wenn die Wände aus Glas waren, er trat auch noch ein bei Wänden aus Eisen, hingegen stellte sich der zweite Fall her bei Wänden aus Zink. Es steht also die Luft als Temperaturleiter zwischen Eisen und Zink.

Bei den Versuchen nach der zweiten Art wurde eine abgeschlossene Luftmenge von allen Seiten gleichmässig erwärmt oder abgekühlt und wieder konnte für jeden Zeitpunkt ihre Mitteltemperatur manometrisch bestimmt werden. Die ersten Apparate waren kugelförmige Luftthermometer aus Kupferblech. Die aus diesen Versuchen berechneten Werthe des Leitungsvermögens sind wegen des Einflusses der Strömungen zu gross. Ganz befriedigende Resultate lieferten erst die nach der letzten in dieser Abhandlung beschriebenen Methode ausgeführten Versuche, bei denen doppelwandige Luftthermometer aus Kupfer oder Messingblech angewendet wurden, derart, dass das auf das Leitungsvermögen zu untersuchende Gas den Raum zwischen den beiden Metallhüllen ausfüllt.

Diesen Apparat möchte ich wegen seiner vorzüglichen Eignung zur Bestimmung des Wärmeleitungsvermögens nicht nur der Luft, sondern auch anderer Substanzen, Diathermometer nennen. Die mit ihm gefundenen Werthe des Leitungsvermögens der Luft stehen nun in einer wirklich unerwarteten Übereinstimmung mit der von Maxwell vorausberechneten Grösse desselben. Meine Versuche liefern, Centimeter, Secunde und Gramm als Einheiten angenommen, die Zahl 0·0000558, das Leitungsvermögen der Luft also nahe 20000mal kleiner als das des Kupfers.

nahe 3400mal kleiner als das des Eisens. Maxwell sagte vorher, die Luft müsse nahe 3500mal schlechter leiten als Eisen und nach der von ihm aufgestellten Formel finde ich, in obigen Einheiten ausgedrückt, das Leitungsvermögen der Luft = 0·000054.

Wenige von den physikalischen Theorien haben solche glänzend bewährte Vorherbestimmungen aufzuweisen und muss nun wohl die dynamische Theorie der Gase als eine der am besten begründeten physikalischen Theorien angesehen werden.

Auch ein anderes Gesetz, das durch diese Theorie gegeben wurde, nämlich die Unabhängigkeit des Leitungsvermögens der Luft von ihrer Dichte, haben die Versuche in ganz unzweifelhafter Weise als richtig bewiesen.

Ebenso stimmen die relativen Verhältnisse der Leitungsvermögen der verschiedenen Gase mit den Formeln von Maxwell. Die darauf sich beziehenden Versuche, sowie die noch anzustellenden, über die Abhängigkeit des Leitungsvermögens von der Temperatur werden den Inhalt der zweiten Abhandlung bilden. Ich will nur ein Factum voraus nehmen, nämlich dass Wasserstoffgas, sowie Maxwell es vorhergesagt, siebenmal besser die Wärme leitet als die Luft.

Meine ersten Versuche schliessen sich an die von Despretz und Paalzow über die Wärmeleitung von Flüssigkeiten, von Magnus über die Wärmeleitung in Gasen angestellten insoferne an, als bei denselben auch eine cylindrische Luftsäule von oben nach ihrem ganzen Querschnitte erwärmt wurde. Sie unterscheiden sich aber von den citirten wesentlich dadurch, dass erstens nicht der Beharrungszustand abgewartet, und zweitens dadurch, dass nicht durch eingeführte Thermometer die Temperatur an bestimmten Stellen der Luftmasse bestimmt, sondern letztere selbst als hermometrische Substanz verwendet wurde, der ganze Apparat also ein Luftthermometer darstellte. Zu dem Behufe wurde ihm folgende Einrichtung gegeben.

In einen Glascylinder wurde an dem oberen Ende eine cylindrische Büchse aus dünnem Kupferblech eingekittet. Durch sie wurde der Luft im Cylinder Wärme zugeführt. Ihre äussere Basis war deshalb mit drei Röhrenansätzen versehen; durch den

einen konnte Wasserdampf eingeleitet, durch den andern abgeleitet werden, durch den dritten ging ein Thermometer in die Büchse. Den Boden des Glascylinders bildete eine Metallplatte, in welche in der Mitte ein Manometerrohr und daneben ein Hahn eingekittet war.

Die Versuche wurden in folgender Weise gemacht. Zu einem bestimmten Zeitpunkte wurde ein Rohr, durch welches aus einem geschlossenen Siedegefässe reichlicher Dampf strömte, in die Kupferbüchse eingeführt, die Schläge einer Secundenuhr gezählt und jene Zeiten notirt, in welchen die Flüssigkeit im Manometerrohr bestimmte Standänderungen erfuhr.

Direct beobachtet wurden also die Druckzunahmen der eingeschlossenen Luftsäule und die dazu erforderlichen Zeiten. Die Zunahme des Druckes bildet das Mass für die Zunahme der mittleren Temperatur der im Cylinder befindlichen Luft. Wird die Temperatur der Luft vor dem Versuche, welche auch gleich ist der Temperatur der Umgebung, zum Nullpunkt der Scala gewählt, und steht dabei die Luft im Gefässe unter dem Drucke p_0, so ist die mittlere Temperatur U der Luft, wenn der Druck auf p gestiegen ist, gegeben durch die Gleichung

$$p = p_0(1+\alpha U),$$

worin $\alpha = 0 \cdot 00366$ den Ausdehnungscoëfficienten der Luft darstellt. Die Zunahme des Druckes

$$\Delta p = p - p_0$$

ist also mit U verbunden durch die Gleichung

$$\frac{\Delta p}{p_0} = \alpha U.$$

Zur Bestimmung des Wärmeleitungsvermögens der Luft aus U wurde vorausgesetzt, dass sich auf die Fortpflanzung der Wärme in der gegebenen Luftsäule die Fundamentalgleichung der Theorie der Wärmeleitung anwenden lasse, nämlich die Gleichung

$$\frac{du}{dt} = k\frac{d^2u}{dx^2}, \tag{1}$$

welche die Gesetze der Wärmevertheilung in einem prismatischen oder cylindrischen Körper gibt, wenn in demselben die Temperatur in allen Punkten eines und des nämlichen Querschnittes sich in gleicher Weise ändert, auch kein Verlust an Wärme nach der Seite stattfindet. In der citirten Gleichung bedeutet u die Temperatur des Querschnittes in der Tiefe x zur Zeit t, k ist der Quotient aus dem Wärmeleitungsvermögen K, und der specifischen Wärme der Volumseinheit der leitenden Substanz, welche, wenn c die specifische Wärme, s das specifische Gewicht derselben auf Wasser als Einheit bezogen sind, durch cs ausgedrückt ist, so dass

$$k = \frac{K}{cs}. \tag{2}$$

Hat die Luftsäule ursprünglich überall die Temperatur Null und wird zu Beginn der Zeit t die Temperatur der oberen Basis plötzlich auf den Werth a gebracht und bei diesem Werthe fortan erhalten, so hat die mittlere Temperatur zur Zeit t den Werth

$$U = \frac{2a}{l}\sqrt{\frac{kt}{\pi}},$$

wenn l, die Länge des Cylinders, so gross ist, dass die während der Zeit t durch die untere Endfläche entwichene Wärme vernachlässigt werden kann.

Ist diese Voraussetzung nicht erlaubt, dann hat U einen andern Werth und zwar wird, wenn z. B. die untere Endfläche fortwährend bei der Temperatur Null erhalten wird,

$$U = \frac{a}{2}\left[1 - \frac{8}{\pi^2}\left(e^{-mt} + \frac{1}{9}e^{-9mt} + \frac{1}{25}e^{-25mt} + \ldots\right)\right],$$

worin m abkürzend für $\frac{k\pi^2}{l^2}$ gesetzt ist. Beide Gleichungen werden leicht aus den diesen Fällen entsprechenden Integralen der obigen Differentialgleichung gewonnen.

Die Zunahme des Druckes ist also im ersten Falle gegeben durch die Formel

$$\frac{\Delta p}{p_0} = \frac{2\alpha a}{l}\sqrt{\frac{kt}{\pi}}$$

und folgt aus dieser Gleichung

$$k = \frac{\pi l^2}{4\alpha^2 a^2 t}\left(\frac{\Delta p}{p_0}\right)^2. \tag{3}$$

Die Voraussetzung, dass bei diesen Versuchen die eingeschlossene Luft keine Wärme an die Wände abgebe, oder keine von ihnen erhalte, muss allerdings schon von vorneherein als unzulässig erscheinen. Da jedoch bisher noch gar keine Versuche vorlagen, welche einen Schluss auf die Art und Grösse des Einflusses der Wände erlaubten, so mussten zuerst solche gemacht werden, um die möglichen Abweichungen von den aufgestellten Formeln kennen zu lernen.

Von den vielen Versuchen, die ich in der angegebenen Weise ausgeführt habe, will ich nur zwei als Beispiele anführen.

Der erste wurde mit einem Glascylinder von 15 Cm. Länge, 5·8 Cm. Durchmesser, nahe 2 Mm. Wanddicke gemacht. Die Länge des eingeschlossenen Luftcylinders ist 13·8 Cm. Die Manometerflüssigkeit war Wasser und sank die Wassersäule nach Einführung des Wasserdampfes um

Theilstriche	in Secunden
25	4
35	8
45	14
55	24
65	49
75	76
85	107
95	142
105	184
115	237
125	299.

Die Temperatur der äusseren Luft war 21°, das Thermometer in der Büchse zeigte 100°. Die an der Manometerscala angebrachten Theilstriche stehen um 1·45 Mm. von einander ab.

Der zweite Versuch wurde mit einem Glascylinder von 15·5 Cm. Länge, 11·1 Cm. Durchmesser und auch nahe 2 Mm. Wand-

dicke gemacht. Die Länge des eingeschlossenen Luftcylinders ist 14·5 Cm. Die Temperaturen, wie vorhin. Die Wassersäule sank um

Theilstriche	in Secunden
25	4
35	9
45	15
55	22
65	32
75	41
85	56
95	77
105	100
115	124
125	150.

Aus diesen beiden Versuchen wird der Einfluss der Gefässwände schon ersichtlich. Die Mitteltemperatur steigt anfänglich in beiden Gefässen um gleiche Beträge in nahe gleichen Zeiten, nach 24 Secunden aber wird das Wachsthum derselben im engen Gefässe sehr bedeutend verzögert gegen das Wachsthum im zweiten Gefässe, also jedenfalls im ersten relativ mehr Wärme an die Wand abgegeben als im zweiten.

Wurde dasselbe Gefäss mit Wasserstoffgas gefüllt und der Versuch wie vorhin gemacht, so sank die Wassersäule um

Theilstriche	in Secunden
50	4
70	8
90	14
110	23
130	33
150	60
170	98
190	140.

Auch hier zeigt sich der Einfluss des Wärmeverlustes an die Wände. Während in den ersten 30 Secunden bei diesem Versuch

die Wassersäule um dieselbe Zahl von Theilstrichen wie bei dem Versuche mit der Luft, in einer 4·5—4·9mal kleineren Zeit sinkt, sinkt dann diese Verhältnisszahl gleich auf 2·7 herab zum Beweise, dass das Wasserstoffgas einen grösseren Verlust an Wärme erleidet als die Luft. Geben nun diese Versuche das Leitungsvermögen des Wasserstoffgases mindestens 4·5—4·9mal grösser, als das der Luft, so muss geschlossen werden, dass dasselbe noch bedeutender jenes der Luft überwiegt, da das Wasserstoffgas jedenfalls auch schon während der ersten 30 Secunden stärkere Wärmeverluste erleidet, als die Luft.

Nach der oben entwickelten Formel müssen, wenigstens für die ersten Beobachtungen, die Höhen, um welche die Wassersäule sinkt, sich verhalten, wie die Quadratwurzeln aus den zugehörigen Zeiten. Dividirt man nun die Höhen durch die Wurzeln der Zeiten, wie dieselben der zweite Versuch ergeben, so erhält man die Quotienten

12·5, 11·7, 11·7, 11·8, 11·5, 11·7, 11·3 u. s. w.,

deren nahe gleiche Werthe eine merkwürdige Übereinstimmung mit der aufgestellten Formel zeigen.

Und doch ist diese Übereinstimmung nur eine zufällige. Es wurde zwar auch für andere Versuche der gedachte Quotient nahezu constant gefunden, doch variirte diese Constante von einem Versuch zum andern. Nachdem ich sehr viele Versuche mit verschiedenen Apparaten und verschiedenen Manometerflüssigkeiten gemacht, um der Sache auf den Grund zu kommen, gab endlich folgende Abänderung der Versuche den Beweis für ihre Bedeutungslosigkeit.

Die Erscheinungen verliefen nämlich ganz anders, als nicht mehr Wasserdampf, sondern siedendes Wasser als Erwärmungsmittel angewendet wurde. Zu diesem Behufe wurde aus der kupfernen Büchse der obere Boden herausgenommen und zu Beginn des Versuches heisses Wasser in die Büchse geschüttet und zugleich der Deckel mit dem Dampfrohr aufgesetzt, so dass das Wasser fortwährend im Sieden blieb. Die Wassersäule sank jetzt schon während der ersten 3 Secunden um 83 Theilstriche, sie sank dann noch um zwei Theilstriche, kehrte aber dann um und stieg langsam zurück in die Höhe um 6 Theilstriche. Von da an sank sie wieder, erreichte wieder

Theilstriche	nach Secunden
85	21
95	39
105	57
115	82
125	108
135	136.

Ebenso verliefen die übrigen auf diese Art angestellten Versuche.

Nach diesem Resultate ist nicht zu zweifeln, dass die Anwendung des Wasserdampfes als Erwärmer einer der gemachten Voraussetzungen nicht entspricht, dass er der Bodenplatte der Kupferbüchse nicht plötzlich oder wenigstens in sehr kurzer Zeit die Siedetemperatur des Wassers gibt, sondern dies erst nach längerer Zeit zu Stande bringt. Die oben gefundene Übereinstimmung der Versuchsresultate mit der aufgestellten Formel hat also darin ihren Grund, dass mit der allmälig steigenden Temperatur der Bodenplatte der Büchse die ebenfalls steigende Wärmezufuhr die fortwährenden Wärmeverluste der eingeschlossenen Luft bei dem weiteren Gefässe nahe compensirt, während bei dem engeren Gefässe die Verluste überwiegen.

Der Verlauf der Erscheinung bei den Versuchen mit siedendem Wasser lehrt, dass, wenn diese zur Bestimmung des Leitungsvermögens verwendet werden sollten, nur Beobachtungen innerhalb der drei ersten Secunden in Betracht kommen können. Abgesehen von der Schwierigkeit, in einer so kurzen it Zegenaue Bestimmungen zu machen, ist aber noch das Verfahren deshalb wenig Erfolg versprechend, weil durch die Operation des Einschüttens des Wassers Fehlerquellen geschaffen werden, deren Einfluss gerade in der ersten Zeit am störendsten ist.

Ich suchte diese Fehlerquelle zu vermindern, indem ich die Versuche dahin abänderte, dass der im Cylinder eingeschlossenen Luft nicht Wärme zugeführt, sondern entzogen wurde. Der Apparat erhielt folgende Umgestaltung. Auf das untere Ende eines Glascylinders wurde eine dünne Kupferplatte aufgekittet; auf das andere Ende eine Messingplatte, in die wieder in der Mitte ein Manometerrohr und daneben ein Hahn eingekittet waren.

Zu einem bestimmten Zeitpunkte wurde der Glascylinder auf eine sorgfältig geebnete Schneefläche aufgesetzt und dann die Zeiten notirt, in welchen die Flüssigkeit im Manometerrohr bestimmte Standänderungen erfuhr. Es erwiesen sich jedoch auch bei dieser Versuchsreihe die ersten Bestimmungen als sehr wenig verlässlich.

Benützt man die mitgetheilte Beobachtung, nach welcher in 3 Secunden die Wassersäule um 83 Theilstriche = 12 Cm. fiel, um nach der Formel (3) k zu berechnen, so hat man in derselben

$$l = 14{\cdot}5,\quad \Delta p = 12,\quad p_0 = 1000$$
$$\alpha = 0{\cdot}00366,\quad a = 79,\quad t = 3$$

einzuführen und erhält

$$k = 0{\cdot}094.$$

Da die Wärmecapacität der Luft bei constantem Volumen gegen die des Wassers als Einheit = 0·1686 ist und ein Kubikcentimeter Luft 0·001293 Gramm wiegt, so ist das Wärmeleitungsvermögen der Luft nach der Formel (2)

$$K = 0{\cdot}094 \times 0{\cdot}1686 \times 0{\cdot}001293 = 0{\cdot}00002,$$

eine Zahl, die als unterer Grenzwerth zu betrachten ist. Sie ist nämlich jedenfalls zu klein, weil auch schon innerhalb der ersten drei Secunden Wärmeverluste eintreten, namentlich aber auch deshalb, weil die Temperatur der Kupferplatte auch bei Anwendung des heissen Wassers auf der inneren Seite nicht alsogleich die Temperatur 100° annimmt.

War so nun eine untere Grenze für das Leitungsvermögen gefunden, so lag es nahe, auch eine obere zu suchen. Dazu konnte dieselbe Versuchsmethode führen, wenn die Gefässwand aus einem solchen Material gewählt wird, dass die Luft während der Erwärmung von oben nicht Wärme an die Wand verliert, sondern vielmehr Wärme von ihr gewinnt. Dies wird der Fall sein, wenn die Wand ein besserer Temperaturleiter ist, als die Luft. Die Geschwindigkeit, mit der sich eine bestimmte Temperaturerhöhung in einem Körper unter gegebenen Verhältnissen fortpflanzt, ist nicht abhängig von der Grösse des Wärmeleitungs-

vermögens K des Körpers, sondern von der Grösse des Coëfficienten k. Dieser ist nun z. B. für Eisen nach den Bestimmungen von Angström in den obigen Massen ausgedrückt $= 0 \cdot 18$, für Wismuth berechne ich ihn mit Hilfe der relativen Messungen von Franz und Wiedemann zu 0·07. Was also die Güte der Temperaturleitung anbetrifft, so lehrt schon der oben für Luft gefundene Werth von k, dass die Luft unter die Metalle sich einreiht. Sollen also bei den anzustellenden Versuchen die Gefässwände der Luft nicht Wärme entziehen, sondern ihr solche zuführen, so müssen Metallgefässe angewendet werden.

Ich wählte zuerst Cylinder aus Eisenblech, dann Cylinder aus Zinkblech, welche oben und unten mit Kupferplatten geschlossen und mit Manometern versehen wurden.

Die mit diesen Apparaten angestellten Versuche lehrten nun, dass auch in den Eisencylindern die Luft noch Wärme an die Wände verliere, dass also die Luft ein besserer Temperaturleiter sei, als das Eisen. Hingegen trat bei den Apparaten aus dickerem Zinkblech der umgekehrte Fall ein. Zu einer sicheren Bestimmung des Wärmeleitungsvermögens der Luft konnten aber auch diese Versuche nicht verwendet werden, obwohl die Bewegungen des Manometers mit den aufgestellten Formeln in Übereinstimmung standen. Der Querschnitt der Cylinder — die benützten hatten 6—7 Cm. im Durchmesser — hätte viel grösser gewählt werden müssen, denn es stellte sich heraus, dass sich die Vertheilung der Wärme in der Luft nach sehr kurzer Zeit der in den Wänden accomodirt hat, diese Versuchsmethode also sich besser zur Bestimmung des Leitungsvermögens der Wände verwerthen lässt, als zur Bestimmung des Leitungsvermögens der Luft. Ich werde deshalb in einer anderen Abhandlung auf diese Versuche und ihre bezeichnete Anwendung zurückkommen und will jetzt zu einer anderen Versuchsmethode übergehen, welche in überzeugenderer Weise einen oberen Grenzwerth für das Leitungsvermögen liefert.

Bei dieser Methode kommt nämlich der Einfluss der Gefässwände ausser Spiel, dadurch, dass einer gegebenen Luftmasse die Wärme nicht mehr einseitig zugeführt oder entzogen wird, sondern die Zufuhr oder Abfuhr an der ganzen Begrenzung in gleicher Weise geschieht.

Allerdings tritt bei dieser Methode eine andere mächtige Fehlerquelle auf, nämlich der Einfluss der Strömungen. Diese bewirken, dass die in dem Gefässe eingeschlossene Luft sich viel rascher erwärmt oder abkühlt, als sie es in Folge der Leitung allein thun könnte. Es erscheint jedoch wieder annehmbar, dass wenigstens zu Beginn des Versuches die Strömungen noch nicht so gewaltig die Erscheinungen gestört haben werden, dass das Resultat des Versuches zu weit von dem beabsichtigten entfernt würde.

Unter den Gefässformen, welche sich einer Berechnung unterziehen lassen, ist die Kugel die einfachste. Es wurde also in eine Kugel aus dünnem Kupferblech von 8 Cm. Durchmesser eine zweimal gebogene Glasröhre eingekittet, welche eine Quecksilbersäule zur Bestimmung des Druckes der eingeschlossenen Luft enthielt, so dass dieser Apparat wieder ein Luftthermometer darstellt.

Die Kugel wurde zu einem bestimmten Zeitpunkte in Eiswasser getaucht und wieder die Zeit notirt, zu welcher das Quecksilber um bestimmte Grössen in der Röhre sank. Es sank dasselbe

um 10 Mm. in 2 Secunden
„ 15 „ „ 4 „

und blieb endlich bei dem Stande von 19 Mm. stationär.

Hat eine Kugel anfänglich durchwegs die Temperatur Null und wird ihre Oberfläche zu Beginn der Zeit plötzlich auf die Temperatur a gebracht und bei dieser auch fortan erhalten, so hat die mittlere Temperatur der Kugel zur Zeit t den Werth

$$U = a\left[1 - \frac{6}{\pi^2}\left(e^{-mt} + \frac{1}{4}e^{-4mt} + \frac{1}{9}e^{-9mt} + \ldots\right)\right],$$

worin m für $\frac{k\pi^2}{r^2}$ gesetzt ist, unter r den Radius der Kugel verstanden.

Ist der anfängliche Druck p_0, die in der Zeit t eingetretene Druckänderung Δp, so ist

$$\Delta p = 0{\cdot}00366 p_0 U.$$

Die am Ende des Versuches sich einstellende bleibende Druckänderung sei Δp_1, so ist

$$\Delta p_1 = 0{\cdot}00366 p_0 a,$$

also hat man

$$\frac{\Delta p}{\Delta p_1} = \frac{U}{a} = 1 - \frac{6}{\pi^2}\left(e^{-mt} + \frac{1}{4}e^{-4mt} + \ldots\right).$$

Berechnet man aus den obigen Daten m, was mit Hilfe einer für die Exponentialreihe entworfenen Tafel geschehen kann, so folgt aus der ersten Beobachtung $m = 0{\cdot}173$, aus der zweiten $m = 0{\cdot}267$, und aus diesen Werthen folgt, wenn $r = 4$ Cm. eingeführt wird, $k = 0{\cdot}28$ aus der ersten, $k = 0{\cdot}43$ aus der zweiten Beobachtung.

Der viel grössere letztere Werth zeigt, wie bedeutend mit wachsender Zeit der Einfluss der Strömungen sich gestaltet.

Der erste der beiden Werthe steht jedoch in Übereinstimmung mit dem vorhin gefundenen Resultate, dass die Luft als Temperaturleiter zwischen Eisen und Zink falle; es ist nämlich, wie schon oben bemerkt wurde, für Eisen $k = 0{\cdot}18$, für Zink hingegen berechnet sich nach der Bestimmung von Neumann $k = 0{\cdot}45$. Auch bei wiederholten Versuchen haben sich für k aus der anfänglichen Beobachtung nur wenig von diesem verschiedene Werthe gegeben. Es ist aber wegen der Kürze der Zeit diese anfängliche Beobachtung sehr unsicher. Ich suchte deshalb diese Zeit zu verlängern dadurch, dass ich eine grössere Kugel von 32 Cm. Durchmesser zu einem Luftthermometer einrichtete und mit derselben ähnliche Versuche wie mit der kleinen ausführte.

Die Quecksilbersäule sank um

5	Mm. in	6	Secunden
10	„ „	11	„
15	„ „	17	„

und blieb beim Stande von 20 Mm. stehen, und zwar war dieser Stand nach 30 Secunden schon erreicht. Aus der ersten Beobachtung erhält man $k = 0{\cdot}32$, die folgenden geben ebenfalls viel grössere Werthe. Die Strömungen sind in der grossen Kugel noch bedeutender und gab sich ihr Einfluss auch durch die hüpfende Bewegung des Quecksilbers im Manometer kund.

Die Zahl 0·30 kann also als ein genäherter und zwar wahrscheinlich zu grosser Werth der Grösse k betrachtet werden und ihm entsprechend folgt das Leitungsvermögen der Luft

$$K = 0{\cdot}000065.$$

Soll das Princip der allseitigen Erwärmung zu genaueren Resultaten führen, so müssen die beiden grossen Übelstände beseitigt werden, an denen diese Methode leidet, nämlich erstens der Einfluss der Strömungen, und zweitens die grosse Geschwindigkeit, mit der sich der Endzustand, auch abgesehen von den Strömungen, in einer Luftmasse von beschränkten Dimensionen herstellt. Es gelang mir dies mit dem folgenden Apparate.

Ein Cylinder aus dünnem Messing- oder Kupferblech ist als Luftthermometer eingerichtet. Er ist also hermetisch geschlossen, an die obere Platte ist ein kleines Röhrchen aus demselben Metall gelöthet, so dass das Röhrchen in das innere des Cylinders hineinragt. In dieses Röhrchen ist eine Glasröhre eingekittet, welche als Manometerrohr zu fungiren hat. Das Glasrohr geht luftdicht durch einen Kork, der ebenfalls luftdicht in ein Schüsselchen aus dem gleichen Metall eingepresst ist. Dieses Schüsselchen hat in der Mitte des Bodens eine kreisförmige Öffnung, durch welche das Glasrohr hindurchgeht, jedoch so, dass es mit dem Metall nicht in Berührung steht. Die Öffnung hat deshalb einen nahe um 2 Mm. grösseren Durchmesser als das Glasrohr. Diese ganze Vorrichtung steckt nun in einem zweiten Cylinder aus demselben Metall, welcher weiter und höher ist als der erste und zwar derart, dass der innere Abstand der beiden Cylindermäntel ebenso gross ist, als der Abstand der beiden Bodenflächen von einander und als der Abstand der oberen Bodenfläche des inneren Cylinders vom Boden des aufgesteckten Schüsselchens, dessen Boden eben nach Einführung in den weiteren Cylinder als obere Basis diesen Cylinder schliesst.

Das in den inneren Cylinder eingekittete Glasrohr steigt erst vertikal auf, ist dann nach abwärts gebogen und mündet in eine kurze mit Quecksilber gefüllte Eprouvette. Um nun vor dem Versuch das Quecksilber auf die gewünschte Höhe im Manometerrohr bringen zu können, ist folgende Einrichtung getroffen. Die

Eprouvette ist durch einen Kork geschlossen, der zwei Bohrungen hat, durch die eine geht das Manometerrohr, welches unter Quecksilber, durch die andere ein Glasröhrchen, das nicht ins Quecksilber taucht. Durch dieses Röhrchen kann Luft aus der Eprouvette und somit auch aus dem inneren Cylinder gesaugt und in diesem zur geeigneten Verdünnung gebracht werden. Soll nach dem Versuche das Quecksilber aus dem Manometer wieder entfernt werden, so wird zuerst die Eprouvette weggenommen, entleert, dann wieder auf den Kork aufgesteckt, und kann jetzt das Quecksilber aus dem Manometer wieder mit Hilfe des kleinen Röhrchens herausgesaugt werden.

Der Versuch wird in folgender Weise gemacht. Der Apparat, der durch seine ganze Masse dieselbe Temperatur, die des Zimmers hat, wird in ein mit Schnee und Wasser ausgefülltes Gefäss getaucht. Der äussere Mantel nimmt die Temperatur Null in einer sehr kurzen Zeit an, entzieht der Luft, welche den Zwischenraum ausfüllt, Wärme, diese entzieht wieder Wärme dem inneren Cylinder, dessen Temperatur nun allmälig sinkt, wie das im Manometerrohr aufsteigende Quecksilber zeigt.

Der Nullpunkt der am Manometer verschiebbaren Scala wird so gestellt, dass das Quecksilber vor dem Versuche etwa 3 Mm. unter diesem Nullpunkte steht. Die Zeit wird von dem Augenblicke an gezählt, in welchem das Quecksilber den Nullpunkt erreicht, und die Secunden, in welchen das Quecksilber um je 5 Mm. höher gekommen ist, notirt. Ebenso wird auch der Stand, welchen das Quecksilber zum Schlusse bleibend beibehält, angemerkt.

Vom inneren gegen den äusseren Cylinder findet eine continuirliche Wärmeströmung statt und die Menge der in einer bestimmten Zeit von innen nach aussen übergeführten Wärme ist abhängig von der Temperaturdifferenz zwischen innerem und äusserem Mantel, von der Grösse ihrer Oberflächen, von dem Abstande dieser beiden von einander und von der Grösse des Leitungsvermögens der den Zwischenraum ausfüllenden Substanz, in diesem Falle der Luft.

Ich setze voraus, dass die in einem Zeitelemente dt vom inneren zum äusseren Cylinder übergehende Wärmemenge der Temperaturdifferenz der beiden, welche sie zu dieser Zeit haben

dem arithmetischen Mittel der beiden Oberflächen direct, dem Abstande der beiden Oberflächen verkehrt proportional ist, also ausgedrückt werden kann durch

$$\frac{KF\theta dt}{\Delta}.$$

Darin bedeutet θ die Temperaturdifferenz der beiden Cylinder, also in unserem Falle, in welchem der äussere Cylinder die Temperatur Null hat, die Temperatur des inneren Cylinders. F stellt das Mittel der beiden Oberflächen, Δ ihre Distanz dar. K ist dann das Leitungsvermögen der den Zwischenraum ausfüllenden Substanz.

Dieser Ausdruck für die in der Zeit dt durchgehende Wärme ist demjenigen nachgebildet, welchen man in der Theorie der Wärmeleitung für den Fall des Durchgangs der Wärme durch einen von zwei parallelen Wänden begrenzten Körper aufstellt, welche Wände fortan bei constanten um θ verschiedenen Temperaturen gehalten werden. Die Vertheilung der Temperaturen innerhalb des Körpers ist nach dem Gesetze der geraden Linie bestimmt, wenn K von der Temperatur selbst unabhängig ist. Derselbe Ausdruck gilt auch für den stationären Übergang der Wärme von einer isothermen Fläche zu einer sehr nahen andern, wenn die Temperaturen in beiden Flächen constant bleiben. Bei nicht sehr kleiner Distanz ist allerdings für die cylindrischen Theile der Oberfläche ein von den Logarithmen der Radien abhängiger Ausdruck theoretisch richtiger.

In unserem Falle ändert sich aber die Temperatur der einen isothermen Fläche fortwährend. Wenn daher obiger Ausdruck auch für diesen Fall angewendet wird, so ist dabei vorausgesetzt, dass die mit der Änderung der Temperatur des inneren Cylinders nöthige Änderung der Vertheilung der Temperatur im Zwischenraum mit ersterer gleichmässig erfolge.

Die in der Zeit dt dem inneren Cylinder entführte Wärmemenge lässt sich aber noch ausdrücken durch

$$-PCd\theta.$$

Darin ist $-d\theta$ die in der Zeit dt erfolgte Temperaturabnahme, C die specifische Wärme, P das Gewicht des Cylinders. Die

Wärmemenge, welche die im Cylinder eingeschlossene Luft verliert, kann vernachlässigt werden, ebenso auch die Störung, welche das Glasröhrchen veranlasst. Zur Bestimmung von θ als Function der Zeit haben wir also die Gleichung

$$PCd\theta = -\frac{KF\theta dt}{\Delta} \tag{4}$$

deren Auflösung

$$\theta = \theta_0 e^{-\beta t} \tag{5}$$

ist, worin θ_0 den Werth von θ zur Zeit $t = 0$, also die Anfangstemperatur des Cylinders bedeutet, und abkürzend

$$\beta = \frac{KF}{PC\Delta} \tag{6}$$

gesetzt ist.

Zur Prüfung dieser Formel ist es nothwendig, die Temperatur des inneren Cylinders für bestimmte Zeiten zu kennen. Es wird wieder vorausgesetzt, dass die Temperatur des Cylinders der Temperatur der in ihm eingeschlossenen Luft gleich, also durch den Druck dieser Luft bestimmbar sei.

Ist p_0 Druck zu Beginn der Zeit, p zur Zeit t, und p_1 am Ende des Versuches, nachdem die Luft im inneren Cylinder die Temperatur 0° angenommen hat, so ist

$$p_0 = (1+\alpha\theta_0)p_1, \quad p = (1+\alpha\theta)p_1,$$

woraus

$$\frac{\theta_0}{\theta} = \frac{p_0 - p_1}{p - p_1}$$

sich ergibt. Es ist also

$$\frac{p_0 - p_1}{p - p_1} = e^{\beta t}$$

oder, für die numerische Berechnung eingerichtet,

$$\frac{\log(p_0 - p_1) - \log(p - p_1)}{t} = \beta \log e. \tag{7}$$

Sind die gemachten Voraussetzungen zulässig, so muss sich aus den Versuchen der Quotient auf der ersten Seite dieser Gleichung als constante Zahl ergeben.

Was die Drücke anbetrifft, so können dieselben, da nur ihre Verhältnisse in Betracht kommen, nach beliebigem Masse gemessen werden. Es ist daher auch nicht nothwendig, die Correction wegen des mit dem Steigen des Quecksilbers im Manometerrohr verbundenen Sinkens des Niveau's im Quecksilberreservoir anzubringen.

Ich will nun die Versuche, welche ich mit verschiedenen in der beschriebenen Weise construirten Apparaten ausgeführt habe, der Reihe nach folgen lassen.

I. Versuch.

Apparat aus Kupfer.

Innerer Radius des äusseren Cylinders = 2·089 Cm., Höhe des inneren Cylinders = 6·88 Cm., Abstand der beiden Mantelflächen $\Delta = 0{\cdot}2346$ Cm., Gewicht des inneren Cylinders = 59·65 Gramm.

Der innere Radius des äusseren Cylinders wurde aus dem Gewichte des Wassers, welches er fasst, bestimmt, ebenso Δ aus dem Gewichte des Wassers, welches der Zwischenraum der beiden Cylinder fasst.

Die Zahlen in der ersten Columne der folgenden Tafel bedeuten die Höhen der Quecksilbersäule im Manometer, ausgedrückt in Millimetern, die Zahlen in der zweiten Columne die Zeiten, in welchen diese Höhen erreicht wurden, in Secunden, die Zahlen in der dritten Columne sind die nach der Formel (7) berechneten Werthe von $\beta \log e$.

h	t	$\beta \log e$
5	27	0·00204
10	58	205
15	94	205
20	137	206
25	192	206
30	263	209
41·8	∞	

II. Versuch.

Apparat derselbe, wie beim ersten Versuche.

h	t	$\beta \log e$
5	29	0·00204
10	62	207
15	101	208
20	147	212
25	210	212
30	304	209
39	∞	

III. Versuch.

Apparat derselbe, wie beim ersten und zweiten Versuch.

h	t	$\beta \log e$
5	27	0·00206
10	58	205
15	95	204
20	139	205
25	194	206
30	269	206
41·6	∞	

Die Abweichungen, welche die aus einem und demselben, und die aus den verschiedenen Versuchen abgeleiteten Werthe von $\beta \log e$ zeigen, sind so klein, dass sie durch die Fehler der Zeitbeobachtungen allein schon erklärt werden können. Es kann daher die Anwendbarkeit der obigen Betrachtungen und Rechnungen auf diese Versuche als hinreichend begründet angesehen werden.

Aus diesen Versuchen findet man nun K nach der Formel

$$K = \frac{PC\Delta\beta \log e}{F \log e}.$$

Es ist nun $P = 59·65$; wird die specifische Wärme des Kupfers $C = 0·0935$ genommen, so folgt $PC = 5·577$. Die innere Oberfläche des äusseren Cylinders ist $= 123·9$ Quadratcentimeter, die äussere Oberfläche des inneren Cylinders ist $= 101·8$, also

$F = 112{\cdot}85$ und $F \log e = 49{\cdot}01$. Führt man noch $\Delta = 0{\cdot}2346$ ein, so wird

$$K = 0{\cdot}02732\,\beta \log e.$$

Nimmt man aus den Zahlen des ersten Versuches für $\beta \log e$ das Mittel $= 0{\cdot}00206$, so folgt

$$K = 0{\cdot}0000561.$$

Nimmt man aus dem zweiten Versuche $\beta \log e = 0{\cdot}00208$, so folgt

$$K = 0{\cdot}0000568.$$

Der dritte Versuch gibt im Mittel $\beta \log e = 0{\cdot}00205$, also

$$K = 0{\cdot}0000560.$$

IV. Versuch.

Apparat aus Kupfer.

Äusserer Cylinder derselbe, wie bei den drei ersten Versuchen. Höhe des inneren Cylinders $= 6{\cdot}36$ Cm., Abstand der beiden Mantelflächen $\Delta = 0{\cdot}512$ Cm., Gewicht des inneren Cylinders $= 52{\cdot}6$ Gramm.

h	t	$\beta \log e$
5	59	0·00097
10	126	98
15	209	96
20	304	98
25	431	97
30	606	97
40·4	∞	

V. Versuch.

Apparat derselbe, wie beim vierten Versuch.

h	t	$\beta \log e$
5	64	0·00099
10	140	98
15	232	98
20	348	98
25	504	98
36·8	∞	

Es tritt auch bei diesem zweiten Apparat, in welchem der Abstand der beiden Mantelflächen mehr als doppelt so gross ist als im ersten, die Anwendbarkeit der obigen Formeln in unzweifelhafter Weise hervor.

Da nun $P = 52 \cdot 6$, so folgt $PC = 4 \cdot 918$. Die innere Oberfläche des äusseren Cylinders ist jetzt $= 124 \cdot 3$, die äussere Oberfläche des inneren Cylinders $= 78 \cdot 65$, daher $F = 101 \cdot 5$ und $F \log e = 44 \cdot 08$. Ferner ist $\Delta = 0 \cdot 512$ und ergibt sich

$$K = 0 \cdot 05711 \beta \log e.$$

Nimmt man aus dem vierten Versuche $\beta \log e = 0 \cdot 00097$, so folgt

$$K = 0 \cdot 0000554.$$

Für $\beta \log e = 0 \cdot 00098$ nach dem fünften Versuche folgt

$$K = 0 \cdot 0000560.$$

VI. Versuch.

Apparat aus Messing.

Innerer Radius des äusseren Cylinders $= 1 \cdot 939$ Cm., Höhe des inneren Cylinders $= 6$ Cm., Abstand der beiden Mantelflächen $\Delta = 0 \cdot 239$ Cm., Gewicht des inneren Cylinders $= 30 \cdot 38$ Gramm.

Dieser Apparat unterscheidet sich von den zwei vorhergehenden noch dadurch, dass er mit zwei Hähnen versehen ist, von denen der eine im Boden des äusseren Cylinders eingekittet ist, der andere neben dem Manometerrohr durch den Kork hindurchgeht.

h	t	$\beta \log e$
5	16	0·00327
10	34	329
15	55	329
20	81	325
25	113	323
30	155	321
35	214	322
44	∞	

VII. Versuch.

Apparat derselbe, wie beim sechsten Versuch.

h	t	$\beta \log e$
5	21	0·00334
10	47	325
15	79	326
20	122	323
25	185	322
33·5	∞	

Nimmt man die specifische Wärme des Messings $= 0·0939$, so ist, da $P = 30·38$, $PC = 2·853$. Die innere Oberfläche des äusseren Cylinders ist $= 102·5$, die äussere des inneren $= 82·25$ also $F = 92·38$, $F \log e = 40·12$, und da $\Delta = 0·239$, so ergibt sich

$$K = 0·016996 \beta \log e.$$

Wird aus dem sechsten Versuche $\beta \log e = 0·00325$ genommen, so folgt

$$K = 0·0000552.$$

Der siebente Versuch gibt $\beta \log e = 0·00326$, somit

$$K = 0·0000554.$$

VIII. Versuch.

Bei diesem wurde derselbe Apparat benützt, wie bei den zwei vorhergehenden Versuchen. Es wurde jedoch die Luft in dem Zwischenraume zwischen den beiden Cylindern verdünnt. An einem an der Stelle des oberen Hahns angebrachten Manometer wurde der Druck der eingeschlossenen Luft bestimmt. Die Höhe der Quecksilbersäule im Manometer war 320 Mm., der Barometerstand während des Versuches 748, bleibt also für den Druck der eingeschlossenen Luft 428 Mm. oder 0·56 Atmosphäre.

h	t	$\beta \log e$
5	20	0·00325
10	43	329
15	72	325
20	109	323
25	160	322
36	∞	

Für $\beta \log e$ ergeben sich also aus diesem Versuche dieselben Zahlen, wie aus den beiden vorhergehenden Versuchen, bei welchen die leitende Luft unter dem gewöhnlichen Drucke stand. Damit ist zugleich auf das schlagendste bewiesen, dass die Grösse des Wärmeleitungsvermögens der Luft unabhängig ist von ihrer Dichte.

Nimmt man $\beta \log e = 0{\cdot}00325$, so folgt wieder

$$K = 0{\cdot}0000552.$$

Die aus diesen acht Versuchen resultirenden Werthe von K sind demnach

$$K = 0{\cdot}0000561$$
568
560
554
560
552
554
552

im Mittel $K = 0{\cdot}0000558$ und
$k = 0{\cdot}256.$

Das Wärmeleitungsvermögen des Kupfers ist in den hier angenommenen Massen nach der Bestimmung von Neumann $= 1{\cdot}108$, nach der Bestimmung von Angström $= 0{\cdot}91$; es leitet also die Luft nahe 20000mal schlechter als das Kupfer.

Nach Forbes ist das Leitungsvermögen des Eisens bei $25° = 0{\cdot}1875$, das gefundene Leitungsvermögen der Luft also 3360mal kleiner als das des Eisens; Maxwell berechnete es aus seiner Theorie mit Zuhilfenahme seiner, über die innere Reibung der Luft gemachten Versuche als 3500mal kleiner.

Es ist im vorhergehenden vorausgesetzt worden, dass die Wärme von dem inneren Cylinder zum äussern nur durch Leitung gelange, die Strahlung wurde ganz vernachlässigt. Um zu erfahren, wie gross der durch diese Vernachlässigung begangene Fehler sei, machte ich einen Versuch mit dem ersten Apparate in der Abänderung, dass die innere Oberfläche des äusseren Cylinders berusst, die äussere Oberfläche des inneren Cylinders

aber mit Tusche bedeckt wurde. Der Versuch lieferte folgende Daten:

h	t	$\beta \log e$
5	26	0·00209
10	55	212
15	88	215
20	129	214
25	180	214
30	249	213
42·2	∞	

Die Werthe von $\beta \log e$, welche dieser Versuch liefert, sind so wenig grösser, als die aus den drei ersten Versuchen gefundenen, dass diese Abweichungen auch durch andere Ursachen, als durch die vermehrte Strahlung bedingt sein können, so durch die in Folge der Bedeckung der Flächen eingetretene Verminderung ihres Abstandes. Es beweist also dieser Versuch, dass die gefundenen Werthe von K wirklich das Leitungsvermögen der Luft für die Wärme darstellen, insofern die Strahlung einen die Grenzen der Beobachtungsfehler kaum übersteigenden Beitrag zu diesen Werthen von K liefert, namentlich bei polirten Oberflächen, wie bei den vorhergehenden Versuchen.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

LXV. Band.

ZWEITE ABTHEILUNG.

3.

Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Mathematik, Physik, Chemie, Physiologie, Meteorologie, physischen Geographie und Astronomie.

VII. SITZUNG VOM 7. MÄRZ 1872.

In Verhinderung des Präsidenten führt Herr Hofrath Freih. v. Burg den Vorsitz.

Herr Director Dr. G. Tschermak dankt mit Schreiben vom 7. März für die ihm, zum Zwecke der Untersuchung der Structur des Meteoreisens bewilligte Subvention von 300 fl.

Der Secretär legt folgende eingesendete Abhandlungen vor:

„Untersuchungen über die Zwischensubstanz im Hoden der Säugethiere", vom Herrn *med. stud.* Franz Hofmeister, übermittelt durch Herrn Prof. Dr. Ew. Hering in Prag.

„Vorläufiger Bericht über den propulsatorischen Apparat der Insecten und über das Vorkommen eines echten elastischen Fasernetzes bei Hymenopteren", vom Herrn Prof. Dr. V. Graber in Graz.

„Das verallgemeinerte Dirichlet'sche Integral", von Herrn Prof. Dr. L. Gegenbauer in Krems.

Herr Dr. A. Boué legt eine Abhandlung: „Über geologische Chronologie" vor.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Accademia Pontificia de'nuovi Lincei: Atti. Anno XXV, Sess. 2da. Roma, 1872; 4°.

Akademie der Wissenschaften, Königl. Preuss., zu Berlin: Monatsbericht. December 1871. Berlin; 8°.

— — Königl. Bayer., zu München: Sitzungsberichte der math.-physik. Classe. 1871. Heft 3. München; 8°.

Annalen der Chemie & Pharmacie, von Wöhler, Liebig & Kopp. N. R., Band LXXXIV, Heft 3, und VIII. Supplementband. 3. Heft. Leipzig und Heidelberg, 1871 & 1872; 8°.

Annuario marittimo per l'anno 1872, compilato per cura dell' i. r. governo marittimo in Trieste e del r. governo marittimo in Fiume. XXII. Annata. Trieste, 1872; 8⁰.

Apotheker-Verein, Allgem. österr.: Zeitschrift. 10. Jahrgang, Nr. 7. Wien, 1872; 8⁰.

Astronomische Nachrichten. Nr. 1876—1877. (Bd. 79. 4—5.) Altona, 1872; 4⁰.

Beck, Friedr. Leop. Ritter, Über die Naturkräfte, welche neben der Gravitation die Bewegungen der Himmelskörper vermitteln, und anderes Einschlägige. Berlin; 8⁰.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXIV, Nrs. 7—8. Paris, 1872; 4⁰.

Genootschap, Provinciaal Utrechtsch, van Kunsten en Wetenschapen: Verslag, 1870 & 1871. Utrecht; 8⁰. — Aanteekeningen. 1870. Utrecht; 8⁰. — Leven en werken van Willem Jansz. Blaeu, door P. J. H. Baudet. Utrecht, 1871: 8⁰. — *Memoria Ludovici Caspari Valckenarii. Scripsit* Jo. Theod. Bergman. *Rheno-Trajecti,* 1871; 8⁰. — Asman, P. H., Proeve eener geneeskundige plaatsbeschrijving van de gemeente Leeuwarden. Utrecht, 1870; 4⁰. — Harting, P., Mémoire sur le genre Potérion. Utrecht, 1870; 4⁰.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXXIII. Jahrgang, Nr. 9—10. Wien, 1872; 4⁰.

Grunert, Joh. Aug., Archiv der Mathematik & Physik. LIV. Theil 1. Heft. Greifswald, 1872; 8⁰.

Halle, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften aus dem Jahre 1871. 4⁰ & 8⁰.

Instituut, k. Nederlandsch meteorologisch: Nederlandsch meteorologisch Jaarboek voor 1871. I. Deel. Utrecht, 1871; Quer-4⁰.

Journal für praktische Chemie, von H. Kolbe. N. F. Band V, 1. & 2. Heft. Leipzig, 1872; 8⁰.

Landbote, Der steirische. 5. Jahrgang, Nr. 5. Graz, 1872; 4⁰.

Landwirthschafts-Gesellschaft, k. k., in Wien: Verhandlungen und Mittheilungen. Jahrgang 1872, Nr. 5. Wien; 8⁰.

Michl, F., Schlesiens Bodenproduction und Industrie im Vergleiche mit den anderen Kronländern der österr.-ungar. Monarchie. Troppau, 1872; 8°.

Mittheilungen des k. k. techn. & administr. Militär-Comité. Jahrgang 1872, 2. & 3. Heft. Wien; 8°.

— aus J. Perthes' geographischer Anstalt. 18. Band, 1872, Heft II, nebst Ergänzungsheft Nr. 31. Gotha; 4°.

Nature. Nrs. 121—122, Vol. V. London, 1872; 4°.

Owen, Richard, A Cuvierian Principle in Palaeontology tested by Evidences of an Extinct Leonine Marsupial *(Thylacoleo carnifex.)* London, 1871; 4°. — On the Dodo (Part. II.) Notes on the Articulated Skeleton of the Dodo *(Didus ineptus)* in the British Museum. London, 1871; 4°. — Pterodactyles of the Liassic Formations. London, 1869; 4°.

Peschka, Gust. Ad. V., Der Indicator und dessen Anwendung. Brünn, 1871; Kl. 4°. — Popper's Anti-Incrustator. Berlin, 1869; 8°, — Über Wartung der Dampfkessel etc. Brünn, 1870; Kl. 4°. — Über die Wirksamkeit der Patent-Kesseleinlagen. Berlin, 1870; 8°. — Über die Priorität der Erfindung der Patent-Kesseleinlagen. Brünn, 1870; 4°.

Reichsanstalt, k. k. geologische: Verhandlungen. Jahrgang 1872, Nr. 3. Wien; 4°.

Report of Surgical Cases treated in the Army of the United States from 1865 to 1871. Washington, 1871; 4°.

„**Revue** politique et littéraire" et „La Revue scientifique de la France et de l'étranger". I[er] Année (2[e] Série), Nrs. 35—36. Paris & Bruxelles, 1872; 4°.

Societät, physicalisch-medicinische, zu Erlangen: Sitzungsberichte. 3. Heft. Mai 1870 bis August 1871. Erlangen, 1871; 8°.

Société Hollandaise des Sciences à Harlem: Natuurkundige Verhandelingen. III. verzameling. Deel I, Heft 4. Haarlem, 1872; 4°. — Archives Néerlandaises des sciences exactes et naturelles. Tome VI, 4[e]—5[e] livraisons. La Haye, Bruxelles, Paris, Leipzig, Londres & New-York, 1871; 8°.

— Impériale de médecine de Constantinople: Gazette médicale d'orient. XIV[e] Année, Nrs. 11—12; XV[e] Année, Nr. 1. Constantinople, 1871; 4°.

Société des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux: Mémoires. Tome VIII, 2e Cahier. Paris & Bordeaux, 1872; 8°.

— géologique de France: Bulletin. 2e série, tome XVIII. 1871. Nr. 3. Paris; 8°.

— d'histoire naturelle de Colmar: Bulletin. 11e Année. 1870. Colmar; 8°.

Society, The Asiatic, of Bengal: Journal. Part I, Nr. 2. 1871; Part II, Nr. 3. 1871. Calcutta; 8°. — Proceedings. 1871. Nrs. VIII—XI. Calcutta; 8°.

Verein, naturwissenschaftlicher, von Neu-Vorpommern und Rügen: Mittheilungen. III. Jahrgang. Berlin, 1871; 8°.

— naturwissenschaftl., zu Bremen: Beilage Nr. 1 zu den Abhandlungen: Tabellen über den Flächeninhalt des Bremischen Staats etc. Bremen, 1871; 4°.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXII. Jahrgang, Nr. 8—9. Wien, 1872; 4°.

Zeitschrift des österr. Ingenieur- & Architekten-Vereins. XXIV. Jahrgang, 2. Heft. Wien, 1872; 4°.

VIII. SITZUNG VOM 14. MÄRZ 1872.

In Verhinderung des Präsidenten führt Herr Hofrath Freiherr v. Burg den Vorsitz.

Der Secretär legt folgende eingesendete Abhandlungen vor:

„Über die Reihenentwicklung von Functionen und deren Anwendung in der algebraischen Analysis sowohl wie bei der Integration der Differentialgleichungen“, vom Herrn Dr. Franz Wallentin, Prof. an der Realschule im VI. Bezirke Wiens.

„Über bestimmte Integrale“, vom Herrn Prof. L. Gegenbauer in Krems.

Herr Hofrath Dr. E. Brücke legt eine im physiologischen Institute der Wiener Universität ausgeführte Arbeit des *Cand. med.* Herrn Friedr. Schauta vor, betitelt: „Zerstörung des *Nervus facialis* und deren Folgen“.

Herr Prof. Dr. V. v. Lang übergibt eine „Notiz über absolute Intensität und Absorption des Lichtes“, vom Herrn Prof. Dr. Al. Handl in Lemberg.

Herr E. Priwoznik, Hauptmünzamtschemiker, überreicht folgende zwei Mittheilungen:

1. „Chemische Untersuchung eines auf einer antiken Haue aus Bronze gebildeten Überzuges“.
2. „Versuche über die Bildung der Schwefelmetalle von Kupfer, Silber, Zinn, Nickel und Eisen“.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

d'Achiardi, Antonio, Su di alcuni minerali della Toscana non menzionati da altri o incompletamente descritti. Firenze, 1871; 8°. — Sui Granati della Toscana. Firenze, 1871; 8°. — Sui Feldispati della Toscana. Firenze, 1872; 8°.

Agassiz, Louis, A Letter concerning Deep-Sea Dredgings, addressed to Prof. Benj. Peirce, Cambridge, Mss. 1871; 8°.

Apotheker-Verein, allgem. österr.: Zeitschrift. 10. Jahrgang, Nr. 8. Wien, 1872; 8°.

Astronomische Nachrichten. Nr. 1878. (Bd. 79. 6.) Altona, 1872; 4°.

Bibliothèque Universelle et Revue Suisse: Archives des Sciences physiques et naturelles. N. P. Tome XLIII, Nr. 169. Génève, Lausanne, Paris, 1872; 8°.

Frauenfeld, G. R. v. Die Pflege der Jungen bei den Thieren. Wien, 1871; 8°. — Die Wirbelthierfauna Niederösterreichs. Wien, 1871; 8°. — Die Grundlagen des Vogelschutzgesetzes. Wien, 1871; 8°. — Der Vogelschutz. Wien, 1871; 8°.

Gesellschaft, österr., für Meteorologie; Zeitschrift. VIII. Band, Nr. 5. Wien, 1872; 4°.

— Senckenbergische naturforschende: Abhandlungen. VII. Bandes 3. & 4. Heft. Frankfurt a. M., 1870; 4°. — Bericht. 1869—1870. Frankfurt a. M., 1870; 8°.

— geographische, in Wien: Mittheilungen. Band XV. (N. F. V.) Nr. 2. Wien, 1872; 8°.

— gelehrte estnische, zu Dorpat: Verhandlungen. VI. Band, 3. & 4. Heft; VII. Band, 1. Heft. Dorpat, 1871; 8°. — Sitzungsberichte, 1870. Dorpat; 8°. — Meteorologische Beobachtungen, angestellt in Dorpat im Jahre 1866 bis 1870. IV. & V. Jahrgang. Dorpat, 1871; gr. 8°.

Jahrbuch, Neues, für Pharmacie und verwandte Fächer, von Vorwerk. Band XXXVI, Heft 5 & 6 (1871); Band XXXVII, Heft I (1872). Speyer; 8°.

Jenzsch, Gustav, Über die am Quarze vorkommenden Gesetze regelmässiger Verwachsung mit gekreuzten Hauptaxen. Erfurt, 1870; 8°.

Landwirthschafts-Gesellschaft, k. k., in Wien: Verhandlungen und Mittheilungen. Jahrgang 1872, Nr. 6. Wien; 8°.

Lippich, Ferdinand, Theorie des continuirlichen Trägers constanten Querschnittes etc. Wien, 1871; 4°. — Fundamentalpunkte eines Systems centrirter brechender Kugelflächen. Graz, 1871; 8°.

Lipschitz, R., Untersuchung eines Problems der Variationsrechnung, in welchem das Problem der Mechanik enthalten

ist. (Aus dem Journal f. d. reine u. angewandte Mathematik. Bd. 74.) 4°.

Loomis, William Isaacs, The American and the Englishman: or Sir William Isaacs Loomis *versus* Sir Isaac Newton. Martindale Depot, Columbia County, 1871; 8°.

Mayr, Gust. L., Die mitteleuropäischen Eichengallen in Wort und Bild. 2. Hälfte. Wien, 1871; 8°. — Neue Formiciden. (Verhdlgn. der k. k. zool.-bot. Ges. in Wien 1870.) 8°. — Die Belostomiden. *(Ibidem.)* 8°.

Moniteur scientifique. Année 1871. 337—360° Livraisons. Année 1872. 362° Livraison. Paris; 4°.

Nature. Nr. 123, Vol. V. London, 1872; 4°.

Pollichia: XXVIII & XXIX. Jahresbericht. Dürckheim a d. H., 1871; 8°.

Plantamour, E., Résumé météorologique des années 1869 & 1870 pour Génève et le Grand Saint-Bernard. Génève; 8°.

Prestel, Das Regenwasser als Trinkwasser der Marschbewohner etc. Emden, 1871; gr. 8°.

Pulkowa, Sternwarte: Observations de Poulkova, publiées par Otto Struve. Vol. III. St. Pétersbourg, 1870; 4°. — Jahresbericht. 1870. St. Petersburg; 8°. — *Tabulae refractionum in usum Speculae Pulcovensis congestae. Petropoli, 1870; 4°.* — Studien auf dem Gebiete der Störungstheorie. Von H. Gyldén. (Mém. de l'Acad. Imp. d. sc. de St. Pétersbourg. VII° Série, Tome XVI, Nr. 10.) 4°. — Détermination du coéfficient constant de la précession au moyen d'étoiles de faible éclat, par M. M. Nyren. St. Pétersbourg, 1870; 4°. — Von den Durchgängen der Venus durch die Sonnenscheibe. Von V. Dellen. Petersburg, 1870; 8°. (Russisch.)

Reichsanstalt, k. k. geologische: Verhandlungen. Jahrgang 1872, Nr. 4. Wien; 4°.

„**Revue** politique et littéraire" et „La Revue scientifique de la France et de l'étranger". Ire Année (2° série) Nr. 37. Paris & Bruxelles, 1872; 4°.

Società Italiana di antropologia e di etnologia: Archivio per l'antropologia e la etnologia. II° Vol., fasc. 1°. Firenze, 1872; gr. 8°.

Societas Scientiarum Fennica: Acta. Tomus IX. Helsingforsiae, 1871; 4⁰. Öfversigt. XIII. 1870—1871. Helsingfors, 1871; 8⁰. — Bidrag till kännedom af Finlands natur och folk. 17. Häftet. Helsingfors, 1871; 8⁰. — Bidrag till Finlands officiela Statistik. V. 1. Häftet. Helsingfors, 1869; 4⁰.

— *Regia, Scientiarum Upsalensis: Nova acta. Seriei tertiae. Vol. VII. Fasc. II. 1870. Upsaliae; 4⁰.* — Bulletin météorologique mensuel de l'Observatoire de l'Université d'Upsal. Vol. II, Nrs. 1—6. Upsal, 1870; 4⁰.

Société Impériale des naturalistes de Moscou: Bulletin. Année 1871. Tome XLIV, Nrs. 3 & 4. Moscou, 1872; 8⁰.

Westphal-Castelnau, Alfred, Catalogue de la collection de reptiles de feu M. Alexandre Westphal-Castelnau. 1869. Montpellier, 1870; gr. 8⁰.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXII. Jahrgang, Nr. 10. Wien, 1872; 4⁰.

Zeitschrift des österr. Ingenieur- und Architekten-Vereins. XXIV. Jahrgang, 3 Heft. Wien, 1872; 4⁰.

Über die Veränderung einer Bronze durch langes Liegen in der Erde.

Von E. **Priwoznik**,

Chemiker am k. k. Hauptmünzamte.

Unter den vom Herrn Ministerialrathe v. Schrötter in den alten Kelten-Gräbern am Salzberge bei Halstatt aufgefundenen antiken Gegenständen, von welchen der grösste Theil bereits wissenschaftlich untersucht ist, befanden sich auch einige Stücke, welche schon ihres auffallenden Aussehens wegen geeignet erschienen, einige Aufmerksamkeit zu erregen und mir von demselben zur chemischen Untersuchung gütigst überlassen wurden.

Es sind dies Bruchstücke eines nieren- oder traubenförmigen Überzuges einer Haue oder Streitaxt aus Bronze, von vorherrschend indigblauer Farbe, im Gewichte von nahe 100 Grammen und einer Dicke von 5—7 Mm.; nur an den Enden der Haue beträgt dieselbe gegen 2 Cm.

Die Bruchstücke sind an nur wenigen Stellen der inneren Seite mit einem schwachen, hellgrünen Überzuge von basisch-kohlensaurem Kupferoxyd bedeckt und zeigen, genau besehen, an mehreren Stellen eine ungleichartige Schichtung.

Die erste, äussere und zugleich dickste Schichte ist sehr spröde und besitzt eine am Bruche, der im frischen Zustande unvollkommen metallglänzend ist, deutlich erkennbare, strahlige Textur. Der Strich ist tief dunkelblau, beinahe schwarz.

Eine Probe hievon gibt beim Erwärmen etwas Wasser ab, welches sauer reagirt; später entweichen geringe Mengen empyreumatisch riechender Dämpfe und endlich entweicht Schwefel. Bei rascher Erhitzung entwickelt sich auch Schwefelwasserstoffgas, eine Erscheinung, welche schon bei vielen Schwefelmetallen beobachtet wurde.

Wie das durch Fällung dargestellte Schwefelkupfer, oxydirt sich auch diese Schichte, theilweise mit Wasser bedeckt, und gibt an dasselbe beständig geringe Mengen von schwefelsaurem Kupferoxyd ab, nur geschieht dies wegen der Dichte der Masse langsamer als bei jenem. Es ist dies ein Umstand, welchen man mit dem verhältnissmässig seltenen Vorkommen von Einfach-Schwefelkupfer in der Natur in Zusammenhang gebracht hat.

Bei der quantitativen Analyse geschah die Auflösung der möglichst gereinigten Substanz in schwach verdünnter Salpetersäure und zur Bestimmung des Schwefels, wie üblich, unter öfterem Zusatz von Salzsäure und chlorsaurem Kali.

I. 0·5718 Grm. Substanz gaben 1·3388 Grm. schwefelsauren Baryt oder 0·1838 Grm. Schwefel und 0·461 Grm. Kupferoxyd entsprechend 0·368 Grm. Kupfer.

Bei vorsichtigem Erwärmen in einem Glasröhrchen über der kleinsten Flamme des Gasbrennens verloren 0·5405 Grm. Substanz 0·0165 Grm. Wasser.

II. 0·4995 Grm. Substanz gaben 0·4055 Grm. Kupferoxyd oder 0·3239 Grm. Kupfer und 0·0029 Grm. Eisenoxyd, d. i. 0·002 Grm. Eisen.

0·4655 Grm. Substanz verloren beim Erwärmen 0·014 Grm. Wasser.

100 Theile dieser Verbindung enthalten daher:

	I.	II.
Schwefel	32·14	—
Kupfer	64·35	64·84
Eisen	—	0·40
Wasser	3·05	3·00

oder nach Abzug der unwesentlichen Beimengungen vom Mittel aus I und II

	Gefunden	Die Formel CuS verlangt
Schwefel	33·22	33·54
Kupfer	66·77	66·46.

Die Verbindung ist daher Kupferindig oder Covellin, mit welchen sie in allen Eigenschaften übereinstimmt. Bekanntlich

findet sich derselbe meistens als höchst lockerer, poröser und dünner Überzug auf Kupferglanz, Kupferkies oder Buntkupfererz und nur selten in derben Massen.

Berechnet man aus der Analyse des krystallisirten Covellins von Leogang in Salzburg die von C. v. Hauer[1] gefundenen Zahlen, nach Abzug des, von der Substanz nicht entfernbaren Chalkopyrites, auf 100, so erhält man die, mit den letztangeführten gleichfalls hinreichend genau stimmenden Zahlen: 34·38 für Schwefel und 65·72 für Kupfer.

Die Bestimmung der Dichte, welche an den schönsten und reinsten Stücken mittelst des Piknometers vorgenommen wurde, ergab bei 28° C. 4·675. Zepharovich[2] fand die des krystallisirten Covellin's vom letztgenannten Fundorte, gleich 4·636.

Die zweite Schichte findet sich nur an wenigen Stellen des Überzuges und lässt sich nur schwer von der äusseren Schichte trennen. Sie ist von schwarzgrauer Farbe, nur 0·5 Mm. dick und gibt beim Erwärmen weder Wasser noch Schwefel ab. Sie besteht, der Hauptmasse nach, aus Halbschwefelkupfer (Kupferglanz, Cu_2S) und enthält 15 Pct. Zinn beigemengt, welches auffallender Weise in der ersten Schichte nicht vorkommt

Die dritte Schichte endlich, welche ebenfalls nur an wenigen Stellen und in sehr kleiner Menge vorhanden war, liess sich, da sie aus einem feinen schwarzen Pulver bestand, leicht von der zweiten trennen. Sie gab beim Erwärmen anfangs Wasser, später Spuren von Arsen und gleichfalls keinen Schwefel ab. Diese Schichte enthält 59·8 Pct. Halbschwefelkupfer, 23·2 Pct. Zinn, 3·4 Pct. Wasser, Spuren von Antimon und Nickel, und überdies noch, was gewiss nur zufällig ist, nicht unbedeutende Mengen von schwefelsaurem Kalk und etwas Magnesia.

Blei, Zink und Silber, von welchen sich zuweilen geringe Mengen in alten Bronzen finden, waren in keinem Theile der Kruste enthalten. Wegen den, einzelnen Bruchstücken anhaftenden Knochenresten, musste auch auf Phosphorsäure besondere

[1] Sitzungsb. d. kais. Akad. d. Wissensch. math.-naturw. Bd. XII, p. 23.

[2] Dieselbe Abhandlung.

Rücksicht genommen werden; es waren indess nur geringe Spuren von derselben nachzuweisen.

Nach den von A. v. Schrötter[1] veröffentlichten Analysen der, in den alten Gräbern bei Halstatt gefundenen Bronze enthalten dieselben:

Kupfer	90·0—92 Pct.
Zinn	6·5— 9 „

und noch überdies in kleinen Mengen Eisen, Arsen, Nickel, Silber, Kobalt, Blei und Schwefel.

Wie aus den soeben angeführten Untersuchungen ersichtlich ist, enthält die in Rede stehende Kruste nicht blos die wesentlichen Bestandtheile der antiken Bronze, sondern auch noch von den zufälligen Beimengungen derselben, in kleinen Mengen: Eisen, Arsen, Antimon und Nickel.

Aus diesem Umstande muss man schliessen, dass die Kruste durch eine directe chemische Veränderung, nicht aber durch Ablagerung von aussen entstanden ist. Offenbar fand eine Wanderung des Zinnes und der Nebenbestandtheile von aussen nach innen statt, da es nicht wahrscheinlich ist, dass umgekehrt, das Kupfer nach aussen gedrängt wurde, um sich mit dem Schwefel zu verbinden.

Es unterliegt daher keinem Zweifel, dass die Umwandlung der antiken Bronze durch den directen Einfluss von löslichen Sulfiden oder schwefelwasserstoffhältigen Gasen bewirkt wurde, mithin auch die Bildung des Covellins hier auf einem anderen Wege erfolgte, als in den Erzlagerstätten.

Diese Ansicht ist auch durch das häufige Auftreten von Schwefelwasserstoff unter der Erdoberfläche gerechtfertigt. Es entwickelt sich aus faulenden, schwefelhältigen organischen Substanzen und dort, wo diese mit schwefelsauren Salzen vorkommen, entstehen auch lösliche Sulfide. Diese umwandeln metallisches Kupfer, auch wenn sie direct auf dasselbe einwirken, in Schwefelkupfer, welches, wenn die übrigen Umstände hiezu günstig sind, auch in der blauen Modification erscheinen kann. Versuche, welche ich hierüber angestellt habe, ergaben, dass

[1] Sitzungsb. d. k. Akad. d. W. phil. hist. Cl. Bd. XXXVII, p. 177.

kupferreiche, der antiken Bronze ähnlich zusammengesetzte Legirungen, bei andauernder Berührung mit gelbem Schwefelammon sich mit indigblau gefärbten Einfach-Schwefelkupfer überziehen.

Auch hat sich hiebei gezeigt, dass die Legirungen des Kupfers widerstandsfähiger gegen dieses Reagens sind, wenn sie Zink enthalten und dass die Widerstandsfähigkeit mit dem Gehalte an diesem Metalle zunimmt. Gelbes Messing, z. B., das viel Zink enthält, erleidet, selbst wenn es lange Zeit mit den Lösungen der alkalischen Supersulfurete in Berührung bleibt, keine wesentliche Veränderung.

Nähere Angaben über das Verhalten des Kupfers und mehrerer anderer Metalle, in genannter Hinsicht, finden sich in der nächsten Abhandlung.

Bisher lag nur die von Knop gegebene Erklärung vor, über die Bildung von Covellin. Nach dieser bildet er sich in Erzlagerstätten aus dem Kupferkiese, welchen sauerstoff- und kohlensäurehältiges Wasser etc. in kohlensaures Eisenoxydul und Kupferglanz umwandeln, von welchen der letztere unter dem weiteren Einflusse der genannten Agentien in Covellin und Kupferoxydul zerfällt.

Die Erklärung über die Bildung von Covellin an der Bronze, steht daher mit jener von Knop in keiner Beziehung.

Ähnliche Beobachtungen, wie an der Bronze, hat man auch an den antiken Silbergeräthen, die im Jahre 1868 bei Hildesheim aufgefunden wurden, gemacht. Auch sie waren mit dreifach geschichteten Krusten bedeckt, von welchen Schertel, die äussere als Hornsilber, die mittlere als Halbchlorsilber, und die letzte als aus einer geringen Menge Gold bestehend, erkannte.

Wir finden also auch hier den, gegen die einwirkenden Stoffe den grössten Widerstand leistenden Bestandtheil der Legirung, von dem anderen, dem Silber, getrennt und in die innerste Schichte des Überzuges gedrängt, indem das Gold, wie bei der hier besprochenen antiken Bronze das Zinn, eine Orts-

[1] Journ. f. prakt. Chem. Bd. III, p. 317.

veränderung erfuhr. Church[1] gibt an, dass ein in alten Gräbern auf der Insel Cypern gefundener Gegenstand aus Silber nur mit einer dünnen Schichte überzogen war, in welcher er Schwefelsilber, Chlorsilber und Jodsilber nachwies. Brüel[2] fand in alten Münzen von verschiedenen Fundorten neben Chlorsilber auch Bromsilber.

---

[1] Polytechn. Centralbl. 1871, Nr. 14.
[2] Bischof, Chem. Geologie. Bd. II, p. 9.

Ein Beitrag zur Bildung von Schwefelmetallen.

Von **E. Priwoznik,**

Chemiker am k. k. Hauptmünzamte.

Durch die soeben beschriebene Untersuchung über die chemische Veränderung einer antiken Bronze fand ich mich veranlasst, das Verhalten mehrerer Metalle gegen lösliche alkalische Schwefelverbindungen genauer zu untersuchen. Vornehmlich trug auch der Umstand hiezu bei, dass die Fachliteratur nur einige ganz kurze Angaben hierüber enthält, welche sich blos auf Silber und Quecksilber beschränken.

Die meisten Metalle erleiden im blanken Zustande, selbst nach mehrmonatlicher Berührung mit den Lösungen der alkalischen Supersulfurete, nur so unbedeutende Veränderungen, dass sie keiner besonderen Beachtung werth sind; so werden Cadmium, Blei, Wismuth, Antimon, Zink, Kobalt und Aluminium durch eine Lösung von gelbem Schwefelammon äusserst wenig angegriffen und nur einige davon bedecken sich mit ganz schwachen Anlauffarben.

Andere Metalle geben aber Reactionen, welche wohl einige Aufmerksamkeit verdienen.

Im Folgenden finden sich die mit Kupfer, Silber Zinn, Nickel und Eisen angestellten Versuche beschrieben, bei welchen einige Erscheinungen beobachtet wurden, die meines Wissens bisher unbeachtet geblieben sind.

1. Kupfer. Auf galvanoplastischem Wege dargestelltes und daher sehr reines Kupfer färbte sich in gelbem Schwefelammon, dem noch eine beträchtliche Menge Schwefel zugesetzt war, sofort dunkel, und schon nach kurzer Zeit bildete sich an der ganzen Oberfläche eine Kruste, welche an der, dem Metalle zugekehrten inneren Seite mehr oder weniger braunschwarz, an

der äusseren jedoch blauschwarz war; sie trennte sich bald vom Kupfer, um einer neuen Platz zu machen. Man erhält in verhältnissmässig kurzer Zeit nicht unbeträchtliche Mengen von dieser Substanz, welche bald der ganzen Masse nach eine blaue Farbe annimmt.

Der Körper ist Einfach-Schwefelkupfer, denn eine ungewogene Quantität gab 1·794 Grm. schwefelsauren Baryt, entsprechend 0·246 Grm. Schwefel und 0·493 Grm. Kupfer. Hieraus berechnen sich auf 16 Theile Schwefel 32 Theile Kupfer; die Rechnung verlangt davon 31·7.

Von blauer Farbe erhielt man dieses Schwefelkupfer bisher nur auf trockenem Wege, und zwar entweder durch vorsichtiges Erwärmen eines Gemenges von fein zertheiltem, metallischem Kupfer mit Schwefelblumen, oder durch Schmelzen von Kupfer mit Schwefelleber. Lässt man die Einwirkung des Schwefelammons auf das Kupfer längere Zeit dauern, wobei es zweckmässig ist, eine gut verschlossene Flasche anzuwenden, so verschwindet auffallender Weise nach Verlauf von einigen Tagen die blaue Farbe des Kupfersulfuretes und geht in schwarz über.

0·471 Grm. von der so gebildeten Substanz gaben 0·7026 Grm. schwefelsauren Baryt oder 0·0965 Grm. Schwefel, d. i. in 100 Theilen 20·48; die Formel Cu_2S verlangt 20·25.

Die Verbindung ist daher Halbschwefelkupfer.

In diesem Stadium ist die Reaction zu Ende und es erscheint die, über dem Niederschlage befindliche Flüssigkeit wasserhell; Salzsäure scheidet aus derselben keinen Schwefel ab und mit schwefelsaurer Magnesia entsteht kein Niederschlag von Magnesiahydrat. Sie ist also, womit auch ihre übrigen Eigenschaften übereinstimmen, nichts anderes, als eine Lösung von Einfach-Schwefelammon.

Der Vorgang zerfällt demnach in zwei Perioden, welche, wenn man von dem Zweifach-Schwefelammon ausgeht, sich durch die folgenden Gleichungen darstellen lassen:

$$1.\ H_8N_2S_2 + Cu = H_8N_2S + CuS$$
$$2.\ CuS + Cu = Cu_2S$$ [1].

[1] Cu = 63·4.

Gelbes Schwefelammon wandelt daher metallisches Kupfer in blaues Einfach-Schwefelkupfer um, welches bei einem Überschuss an Kupfer und sobald die Entfärbung des Schwefelammons eingetreten ist, weiter in Halb-Schwefelkupfer übergeht.

Um zu erfahren, ob das auf diese Weise erhaltene Einfach-Schwefelammon bei fortdauernder Berührung mit Kupfer und bei Abschluss von Luft noch eine weitere Veränderung erleidet, wurde eine Probe davon über Kupfer in einer zugeschmolzenen Glasröhre, welche damit bis oben gefüllt war, aufbewahrt. In der ersten Zeit war keine Veränderung eingetreten, später wurde das Kupfer matt und nahm erst nach Monaten eine grauschwarze Färbung an.

Befindet sich die Flüssigkeit über Kupfer in einer Flasche, so nimmt das, durch letzteres vollständig entfärbte Schwefelammon kurze Zeit nach dem Lüften des Stöpsels abermals die gelbe Farbe an; nach einigen Tagen verschwindet dieselbe wieder u. s. f. Wird dieses Verfahren hinreichend oft wiederholt, so findet man endlich die Flüssigkeit in ätzendes Ammon umgewandelt, welches von einem Gehalte an Kupfer blau gefärbt ist. Es hat sich hiebei der früher an das Ammonium gebundene Schwefel, seiner ganzen Menge nach, mit dem Kupfer verbunden, ohne Schwefel abzuscheiden, wie dies bei Schwefelammon allein, wenn es der Luft ausgesetzt wird, immer geschieht.

Auch die gelben Lösungen von Schwefelkalium und Schwefelnatrium geben an Kupfer den Überschuss des Schwefels ab und werden wasserhell.

Es ist damit ein Mittel gegeben, die durch Einleiten von Schwefelwasserstoffgas erhaltenen und in der Regel gelblich gefärbten Lösungen von Ammonium-Kalium und Natriumsulfuret vollkommen farblos zu erhalten. Die Entfärbung geschieht, wie begreiflich, um so schneller, je feiner das Kupfer zertheilt ist, feine Drehspäne und Draht wirken rascher als Blech; mittelst Zink gefälltes oder aus Kupferoxyd durch Wasserstoffgas dargestelltes Kupfer entfärbt auch hochgelbe Lösungen der genannten Sulfurete nach einmaligem Schütteln.

Allerdings liegt ein Übelstand darin, dass in gewissen Fällen Spuren von Kupfer in Lösung gehen; indess dürfte sich dies vermeiden lassen, denn es ist mir öfters gelungen, auf diesem

Wege Lösungen der Einfach-Schwefelalkalien darzustellen, welche frei von jeder fremden Beimengung waren [1].

Bemerkenswerth ist, dass auch unterschwefligsaures Natron, ein doch ziemlich constantes Salz, wenn es sich in Lösung befindet, an regulinisches Kupfer einen Theil seines Schwefels abgibt. Bei gewöhnlicher Temperatur dauert es wohl lange Zeit, bis überhaupt eine Reaction bemerkbar wird; aber nach wochenlanger Berührung färbt sich das Kupfer schwarz.

In der Kochhitze hingegen und mit feinvertheiltem, durch Fällung mittelst Zink oder durch Reduction mit Wasserstoffgas dargestellten Kupfer erfolgt die Einwirkung weit rascher. Die vom Schwefelkupfer abfiltrirte Lösung scheidet bei Zusatz von Essigsäure keinen Schwefel ab und gibt mit Nitroprussidnatrium eine rothe Färbung, wenn man sie in eine Lösung von Zinkvitriol giesst. Setzt man ausserdem noch etwas Ferrocyankaliumlösung hinzu, so entsteht ein purpurrother Niederschlag. Dies sind Reactionen, welche bekanntlich die Gegenwart von schwefeliger Säure ausser allen Zweifel setzen. Der Process ist daher folgender:

$$Na_2S_2O_3 + Cu_2 = Cu_2S + Na_2SO_3,$$

wenn man annimmt, dass Halb-Schwefelkupfer gebildet wird. 1·7215 Grm. des so erhaltenen röthlichschwarzen Pulvers gaben 0·657 Grm. schwefelsauren Baryt, entsprechend 0·0901 Grm. Schwefel.

Aus diesen Zahlen ergibt sich, dass 20·73 Pct. von dem zum Versuche verwendeten Kupfer in Schwefelkupfer (Sulfür) umgewandelt worden sind.

Die Einwirkung fand in der Kochhitze durch 24 Stunden und bei einem Überschuss von unterschwefligsaurem Natron statt.

---

[1] Eine solche Lösung wurde im trockenen Wasserstoffgas zur Trockniss gebracht. Die so erhaltene Masse ist ungefärbt, reagirt alkalisch, zieht an der Luft begierig Feuchtigkeit an, löst sich im Wasser unter bedeutender Wärmeentwicklung und gibt alle Reactionen des gewöhnlichen Einfach-Schwefelkaliums.

Die Analysen und weiteren Untersuchungen dieses Körpers, welche mich noch beschäftigen, werden indess den Gegenstand einer weiteren Mittheilung bilden

2. Silber. Das Verhalten dieses Metalles gegen alkalische Sulfurete ist bekanntlich seit langer Zeit im praktischen Leben angewendet. Man ertheilt nämlich manchen Silberwaaren eine verschieden dunkle Färbung durch Erwärmen derselben mit einer Lösung von Schwefelleber. Hiebei bildet sich Silbersulfuret.

Chemisch reines Silber färbt sich in gelbem Schwefelammon bei gewöhnlicher Temperatur bleigrau. Diese Färbung haftet ebenfalls so fest, dass sie durch heftiges Reiben mit Tuch einen matten Glanz annimmt und nicht entfernt werden kann.

Bei längerem Liegen in genannter Flüssigkeit wird diese Schichte allmälig dicker und bildet nach etwa sechs Wochen eine Kruste von krystallinischer Beschaffenheit, welche beim Biegen leicht abspringt. 0·3395 Grm. dieses Überzuges gaben 0·39 Grm. Chlorsilber, entsprechend 0·2935 Grm. oder 86·45 Pct. Silber; die Formel AgS [1] verlangt 87·09. Es findet sich daher in den Incrustationen antiker Silbergeräthe, welche in der Erde vergraben und dem Einflusse schwefelwasserstoffhältiger Gase und löslicher Schwefelmetalle ausgesetzt waren, zuweilen Schwefelsilber [2].

Beim Kochen mit einer Lösung von unterschwefligsaurem Natron färbt sich das Silber schwarz vom gebildeten Schwefelsilber.

1·0775 Grm. von dem so behandelten pulverförmigen Silber erlitten beim Erhitzen in einem Strome von trockenem Wasserstoffgas unter Entwickelung von Schwefelwasserstoff einen Gewichtsverlust von 0·0275 Grm.

Es haben sich daher 17·22 Pct. des zum Versuche verwendeten Silbers in Schwefelsilber umgewandelt.

3. Zinn verbindet sich unter den in Rede stehenden Verhältnissen auch mit Schwefel, ohne jedoch eine Incrustation zu bilden, was in der Löslichkeit der Schwefelverbindungen desselben in den Sulfureten der Alkalien und des Ammons begründet ist.

9·2 Grm. Bancazinn in Stangenform in etwa 50 Kub. C. Mehrfach-Schwefelammon wurde hingestellt und durch 8 Tage

---

[1] S = 32.

[2] Church, Polytechn. Centralbl. 1871, Nr. 14.

sich selbst überlassen, hierauf die darüber stehende noch gelb gefärbte Flüssigkeit abgegossen und das darin gelöste Schwefelzinn als Zinnsäure bestimmt. Es wurden 0·801 Grm. Zinnsäure oder 0·63 Grm. Zinn erhalten.

Demnach hatte sich in diesem Falle die nicht unbedeutende Menge von 6·84 Pct. Zinn gelöst.

4. Nickel verhält sich gegen dieses Reagens dem Zinn ähnlich. Gewöhnliches Würfelnickel gab gelbem Schwefelammon eine dunkle Färbung, welche durch Braun in ein tiefes Schwarz überging. Dieses Verhalten kann als Merkmal dienen, um Nickel von Kobalt zu unterscheiden.

5. Eisen. Ein Eisendraht von der Dicke eines Millimeters überzog sich in Mehrfach-Schwefelammon nur allmälig mit einem äusserst dünnen und leicht abreibbaren sammtschwarzen Anfluge.

Die genannten Metalle verhalten sich daher gegen Mehrfach-Schwefelammon und unter den hier beschriebenen Umständen ebenso, wie gegen die Supersulfurete der Alkalien in der Glühhitze [1]. Ein Unterschied liegt nur in der Zeit, welche hiezu erforderlich ist.

[1] Berzelius, Gmelin's Handb. d. Chem. Aufl. IV, Bd. II, p. 34.

IX. SITZUNG VOM 21. MÄRZ 1872.

In Verhinderung des Präsidenten führt Herr Hofrath Freiherr von Burg den Vorsitz.

Se. Excellenz der Herr Curator-Stellvertreter übermittelt mit h. Erlass vom 12. März einen Auszug aus dem Berichte des k. & k Gesandten in Washington, die Cundurango-Pflanze und deren Heilkraft betreffend.

Herr Prof. Dr. H. Hlasiwetz überreicht eine Abhandlung des Herrn Hauptmanns A. Exner: „Über die Untersalpetersäure."

Herr Prof. E. Suess übergibt eine vorläufige Mittheilung: „Über den Bau der Italienischen Halbinsel".

Herr Prof. Dr. Edm. Weiss legt eine Abhandlung vor, betitelt: „Bestimmung der Längendifferenz Wiener-Neustadt—Wien".

Herr Dr. H. W. Reichardt überreicht eine Abhandlung: „Über die botanische Ausbeute der Polar-Expedition des Jahres 1871".

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Academia Real das Sciencias de Lisboa: Memorias. Classe de Sciencias mathem., phys. e naturaes. Nova Serie. Tomo IV, Parte 2. Lisboa, 1870; 4°. Classe de Sciencias moraes, polit. e bellas-lettras. Nova Serie. Tomo IV, Parte 1. Lisboa, 1871; 4°. — Jornal de Sciencias mathematicas, physicas e naturaes. Tom. I & II. Lisboa, 1866—1870; 8°. — *Portugaliae monumenta historica. Leges: Vol. I. Fasc. 1—6; Diplomata et Chartae: Vol. I. Fasc. 1—3; Scriptores: Vol. I. Fasc. 1—3, Olisipone, 1856—1870; folio.*

Annalen der Chemie und Pharmacie von Wöhler, Liebig & Kopp. N. R. Band LXXXV, Heft 2 & 3. Leipzig & Heidelberg, 1872; 8°.

Astronomische Nachrichten. Nr. 1879—1880. (Bd. 79. 7—8.) Altona, 1872; 4°.

d'Ancona, Cesare, Malacologia pliocenica Italiana. Fascicolo I. Firenze, 1871; 4°. — Sulle Neritine fossili dei terreni terziari superiori dell'Italia centrale. Pisa, 1869; 8°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXIV. Nrs. 9—10. Paris, 1872; 4°.

Czyrniański, Emil, Chemische Theorie auf der rotirenden Bewegung der Atome basirt. (3. vermehrte Auflage.) Krakau, 1872; 8°.

Delesse et de Lapparent, Extrait de Géologie. IIe Partie: Lithologie. 8°. — Lithologie der Meere der alten Welt. (Übersetzt von Herrn Hauchecorne in Berlin.) 8°.

Ecker, Alexander, Über die verschiedene Krümmung des Schädelrohres und über die Stellung des Schädels auf der Wirbelsäule beim Neger und beim Europäer. (Gratulationsschrift.) Braunschweig, 1871; 4°.

Gesellschaft, Berliner Medicinische: Verhandlungen aus den Jahren 1867 und 1868. Berlin, 1871; 8°.

— der Wissenschaften, k. sächs., zu Leipzig: Abhandlungen der mathem.-phys. Classe. IX. Band, Nr. 6. X. Band, Nr. 1—2. Leipzig, 1871; 4°. — Berichte derselben Classe. XXII. Band, Nr. 3—4; XXIII. Band, Nr. 1—3. Leipzig, 1871; 8°.

— königl. bayer. botan., in Regensburg. Flora. N. R. 29. Jahrgang. 1871. — Repertorium der periodischen botan. Literatur. VII. Jahrgang. 1870. Regensburg, 1871; 8°.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXXIII. Jahrgang, Nr. 11. Wien, 1872; 4°.

Grad, A. Charles, Examen de la théorie des systêmes de montagnes dans ses rapports avec les progrès de la stratigraphie. Paris, 1871; 8°.

Henwood, William Jory, Address delivered at the Spring Meeting of the Royal Institution of Cornwall; on the 23[rd] May, 1871. Truro; 8°.

Jahrbuch, Neues, für Pharmacie & verwandte Fächer, von Vorwerk. Band XXXVII, Heft 2. Speyer, 1872; 8°.

Landbote, Der steirische. 5. Jahrgang, Nr. 6. Graz, 1872; 4°.

Landau, L. R., Versuch einer neuen Theorie über die Bestandtheile der Materie und die Ableitung der Naturkräfte aus einer einzigen Quelle. Pest & Leipzig, 1871; 8°.

Leseverein, Akademischer, in Prag: Bericht für die Jahre 1868—69 und 1869—70. Prag; 8°. (Böhmisch.)

Marignac, C., De l'influence prétendue de la calcination sur la chaleur de dissolution des oxydes metalliques. (Arch. d. sc. de la Biblioth. Univ. 1871.) 8°.

Mills, Edmund J., Researches on Elective Attraction. London, 1871; 4°.

Morren, Édouard, Notice sur le *Cytisus X-purpureo-Laburnum* ou *Cytisus Adami* Poit., suivie de quelques considérations sur l'hybridité. Gand, 1871; 8°.

Nature. Nr. 124, Vol. V. London, 1872; 4°.

Pacini, Filippo, Sull' ultimo stadio del Colera asiatico o stadio di morte apparente dei colerosi e sul modo di farli risorgere. Firenze, 1871; 8°.

Patruban, C. v., Zur Lehre von den Geschwülsten der *Orbita*. (Allgem. Wiener medizin. Zeitung. Nr. 41.) gr. 8°.

Regel, E., Reisen in den Süden von Ostsibirien, ausgeführt in den Jahren 1855—1859 durch G. Radde. Botanische Abtheilung. *Monopetalae*. Bd. IV, Heft 3. Moskau, 1870; 8°. — *Supplementum II. ad enumerationem plantarum a cl. Semonovio 1857 collectarum*. Fasc. I. Moskau, 1870; 8°. — *Revisio speciarum Crataegorum, Dracaenarum, Horkeliarum, Laricum et Azalearum*. 8°. — *Animadversiones de plantis vivis nonnullis horti botanici imperialis Petrepolitani*. 8°. — Die Arten der Gattung *Dracaena*. Gr. 8°. — Einfluss des Wildlings auf das Edelreis. Gr. 8°. — Formen der Entwicklung der höheren Pflanzen und deren Einfluss auf unsere Culturen. Gr. 8°.

„**Revue** politique et littéraire" et „La Revue scientifique de la France et de l'étranger." I[re] Année (2[e] Série), Nr. 38. Paris & Bruxelles, 1872; 4°.

Riccardi, P., Biblioteca matematica Italiana. Fasc. 3°. Modena, 1871; 4°.

Tessari, Domenico, Sopra la costruzione degli ingranaggi ad assi non concorrenti. (Ann. del R. Museo Industr. Italiano.) Torino, 1871; 8°.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXII. Jahrgang, Nr. 11. Wien, 1872; 4°.

Zeitschrift für Chemie, von Beilstein, Fittig & Hübner. XIV. Jahrgang. N. F. VII. Band, 17. Heft. Leipzig, 1871; 8°.

Bestimmung der Längendifferenz Wien—Wiener-Neustadt durch Chronometer-Übertragungen.

Von dem c. M. Prof. Dr. **Edmund Weiss.**

Im September vorigen Jahres wurde von Herrn Major Th. Andres, Professor der Geodäsie und Astronomie an der Militärakademie zu Wiener-Neustadt, der Wunsch ausgesprochen, die Längendifferenz des Observatoriums jener Anstalt mit der Sternwarte von Wien astronomisch zu bestimmen, und die Ausführung der hiefür von Seite der Wiener Sternwarte erforderlichen Beobachtungen von mir übernommen. Wegen Mangel einer directen telegraphischen Verbindung beider Observatorien konnte die Längendifferenz nur aus Chronometerübertragungen ermittelt werden; doch dürfte diese Operation trotzdem einiges Interesse gewähren, weil bei der geringen gegenseitigen Entfernung beider Orte — sie beträgt etwa 6 geographische Meilen — die Hin- und Rückreise nur wenige Stunden beansprucht, und deshalb die vorhergehenden und nachfolgenden Vergleichungen der Chronometer mit der Hauptuhr der Sternwarte unmittelbar erkennen lassen, wie weit der mehrstündige Eisenbahntransport den Gang derselben beeinflusst hat.

Die zur Vergleichung der Hauptuhren beider Observatorien verwendeten, halbe Secunden schlagenden Boxchronometer, Molyneux Nr. 1980 und Kessels Nr. 1443, welche schon vielfach als vorzügliche Uhren erprobt wurden, gehören der k. k. Sternwarte, und gehen nach Sternzeit. Zur Ermittlung der Uhrcorrectionen sollten an beiden Orten dieselben Sterne aus dem von der Redaction des Berliner Jahrbuches herausgegebenen Verzeichnisse der scheinbaren Örter von 529 Sternen beobachtet

werden, um dadurch die Unsicherheit der Sternpositionen zu eliminiren. Ferner sollten Chronometerübertragungen nur an solchen Tagen ausgeführt werden, an denen Nachts vorher beiderseits Zeitbestimmungen gelangen, um vom Gange der Hauptuhr möglichst frei zu sein. Die persönliche Gleichung endlich wollten wir um die Mitte der ganzen Operation bestimmen.

Von den drei Punkten dieses Programmes konnte nur der zweite ziemlich vollständig eingehalten werden; denn beim ersten ergab sich die Schwierigkeit, dass die Nächte selten beiderseits vollständig heiter waren, indem hauptsächlich in den früheren Abendstunden oft partielle Bewölkungen eintraten, welche das Beobachten der festgesetzten Sterne hinderten. Um daher die Operation nicht allzusehr in die Länge zu ziehen, standen wir von der strengen Erfüllung der Forderung, an beiden Orten nur dieselben Sterne zur Ermittlung der Uhrcorrection zu verwenden, ab, da sie bei Chronometerübertragungen ohnehin von geringer Bedeutung ist. Doch wurde die Vorsicht gebraucht, das Azimuth der Instrumente an beiden Orten womöglich aus demselben Polar-Sterne zu suchen. Auch die persönliche Gleichung konnte erst Anfangs December bestimmt werden, da im October die Berufsgeschäfte uns daran hinderten und im November die Witterung sich nie dazu eignete.

Die Chronometervergleichungen wurden sämmtlich von mir ausgeführt; ebenso übernahm ich deren Berechnung und die Ableitung des Schlussresultates, während die Zeitbestimmungen jeder Beobachter selbst reducirte.

a) Zeitbestimmungen in Wien.

Die Zeitbestimmungen wurden von mir am vierzölligen Meridiankreise der Sternwarte ausgeführt. Als Collimationsfehler des Rohres, mit Einschluss der täglichen Aberration, fand ich durch Umlegen des Instrumentes am 18. October:

Kreis West: $c = +0{\cdot}351$
Kreis Ost: $c = -0{\cdot}379$

Die Neigung wurde am 15. October und 3. December corrigirt, da sie nach und nach zu einer unbequemen Grösse

angewachsen war. Jeden Abend wurde mehrmals nivellirt, und der Berechnung das jedem Tage beigeschriebene Mittel aller so erhaltenen Werthe zu Grunde gelegt, weil deren Differenzen keinen regelmässigen Gang zeigten, und innerhalb der Beobachtungsfehler lagen.

Die Berechnung der Zeitbestimmungen ist nach der Mayer'schen Formel ausgeführt, und die aus den Polarsternen folgende Uhrcorrection beim Mittelnehmen selbstverständlich ausgelassen, was durch Einklammern derselben ersichtlich gemacht ist. Übrigens theile ich im folgenden Kürze halber nur jene Zeitbestimmungen im Detail mit, zwischen denen Chronometerübertragungen vorkommen, füge aber zum Schlusse das Resultat der übrigen bei, um ein vollständiges Bild über den Gang der Uhr innerhalb der ganzen Epoche zu gewinnen.

1871 October 14 (♄) Kreis Ost.

$i = -0\text{'}425 \qquad c = -0\text{'}379$

$a = +1\cdot185$ (aus γ Cephei und h Draconis).

Stern	Zahl d. Fd.	t	ni	$c \sec \delta$	ma	Merid. Pass.	Scheinb. AR.	Uhr-Correct.
$\varkappa$ Piscium	10	23ʰ 21ᵐ 42ˢ52	−0ˢ286	−0ˢ379	+0ˢ877	42ˢ73	23ʰ 20ᵐ 21ˢ54	−1ᵐ 21ˢ19
γ Cephei	12	35 36·31	−1·646	−1·675	−2·515	30·47	34 9·75	(20·72)
ω Piscium	10	23 54 4·78	−0·317	−0·381	+0·800	4·88	23 52 43·67	21·21
h Draconis	12	0 7 16·30	+1·251	+1·873	+4·707	24·13	12 6 3·40	(20·73)
12 Ceti	9	24 50·60	−0·257	−0·380	+0 948	50·91	0 23 29·86	21·05
α Cassiopejae	11	0 34 38·46	−0·750	−0·675	−0·280	36·75	0 33 15·48	21·27
						Im Mittel um	0 4 :	−1 21·18

1871 October 16 (☾) Kreis Ost.

$i = +0{\cdot}045 \qquad c = -0{\cdot}379$

$a = +1{\cdot}201$ (aus γ Cephei und *h* Camel.)

Stern	Zahl d. Fd.	*t*	*ni*	*c* sec δ	*ma*	Merid. Pass.	Scheinb. AR.	Uhr-Correct.
α Aquarii	10	22h 0m 32·72	+0·029	— 0·379	+ 0·908	33·28	21h 59m 11·50	—1m 21·78
h Camelop.	6	16 15·30	—0·252	+ 3·205	+ 7·614	25·87	10 15 4·43	(21·44)
η Aquarii	11	30 7·06	+0·029	— 0·379	+ 0·907	7·62	22 28 45·76	21·86
ζ Pegasi	11	36 25·00	+0·036	— 0·385	+ 0·752	25·40	35 3·83	21·57
λ Pegasi	11	41 42·72	+0·043	— 0·411	+ 0·557	42·91	40 31·29	21·62
λ Aquarii	11	22 47 16·34	+0·025	— 0·385	+ 1·011	16·99	22 45 55·25	21·74
κ Piscium	11	23 21 42·61	+0·030	— 0·379	+ 0·889	43·15	23 20 21·52	21·63
γ Cephei	13	35 35·16	+0·174	— 1·675	— 2·549	31·11	34 9·68	(21·43)
ω Piscium	10	23 54 4·93	+0·034	— 0·381	+ 0·811	5·39	23 52 43·67	21·72
							Im Mittel um 22 50 :	—1 21·70

1871 October 17 (♂) Kreis Ost.

$i = -0{\cdot}094 \qquad c = -0{\cdot}379$

$a = +0{\cdot}966$ (aus α Ursae min. und ι Ceti.)

Stern	Zahl d. Fd.	*t*	*ni*	*c* sec δ	*ma*	Merid. Pass.	Scheinb. AR.	Uhr-Correct.
ι Ceti	11	0 14 18·76	—0·051	— 0·386	+ 0·829	15·59	0 12 53·80	—1 21·79
ε Piscium	10	0 57 39·41	—0·072	— 0·382	+ 0·639	39·60	0 56 17·55	22·05
α Ursae min.	5	1 13 101·67	—2·982	—15·791	—26·094	56·80	1 12 35·03	(21·77)
θ Ceti	9	18 58·62	—0·052	— 0·384	+ 0·820	59·00	17 37·11	21·89
η Piscium	10	1 25 59·56	—0·081	— 0·392	+ 0·552	59·64	1 24 37·60	22·04
							Im Mittel um 0 59 :	—1 21·94

1871 October 18 (☿) Kreis Ost.

$i = -0{\cdot}042 \qquad c = -0{\cdot}379$

$a = +1{\cdot}346$ (aus γ Cephei und ι Ceti).

Stern	Zahl d. Fd.	t	ni	$c \sec \delta$	ma	Merid. Pass.	Scheinb. AR.	Uhr-Correct.
γ Cephei	13	23ʰ 35ᵐ 36ˢ91	−0·163	− 1·675	− 2·856	32·22	23ʰ 34ᵐ 9ˢ59	−1ᵐ(22·63)
ω Piscium	10	23 54 5·71	−0·031	− 0·381	+ 0.909	6·21	23 52 43·66	22·55
α Androm.	10	0 3 8·54	−0·045	− 0·431	+ 0·518	8·58	0 1 45·95	22·63
γ Pegasi	11	8 0·66	−0·036	− 0·392	+ 0·771	1·00	6 38·18	22·82
ι Ceti	7	14 15·68	−0·023	− 0·386	+ 1·155	16·43	12 53·80	22·63
12 Ceti	11	24 51·92	−0·025	− 0·380	+ 1·077	52·59	23 29·85	22·74
ε Piscium	11	0 57 39·81	−0·032	− 0·382	+ 0·891	40·29	0 56 17·55	22·74
α Ursae min.	7	1 13 111·01	−1·332	−15·792	−36·362	57·52	1 12 35·09	(22·43)

Im Mittel um 0 17 : −1 22·68

1871 October 19 (♃) Kreis West.

$i = -0{\cdot}303 \qquad c = +0{\cdot}351$

$a = +1{\cdot}231$ (aus *h* Camel. und γ Cephei).

Stern	Zahl d. Fd.	t	ni	$c \sec \delta$	ma	Merid. Pass.	Scheinb. AR.	Uhr-Correct.
Θ Pegasi	7	22 5 5·69	−0·224	+ 0·353	+ 0·838	6·66	22 3 43·56	−1 23·10
h Camel.	13	16 21·19	+1·695	− 2·967	+ 7·805	27·72	10 15 4·93	(22·79)
λ Pegasi	9	41 43·65	−0·297	+ 0·381	+ 0·571	44·31	22 40 21·26	23·05
λ Aquarii	4	22 47 17·14	−0·169	+ 0·355	+ 1·037	18·36	22 45 55·01	23·35
κ Piscium	7	23 21 43·61	−0·204	+ 0·351	+ 0·911	44·67	23 20 21·51	23·16
γ Cephei	13	35 34·58	−1·175	+ 1·551	− 2·613	32·34	34 9·55	(22·79)
ω Piscium	10	23 54 5·82	−0·226	+ 0·353	+ 0·831	6·78	23 52 43·66	23·12

Im Mittel um 22 58 : −1 23·16

1871 October 21 (♄) Kreis West.

$i = -0{\cdot}447 \qquad c = +0{\cdot}351$

$a = +1{\cdot}423$ (aus *x* Ursae min. und *ι* Ceti).

Stern	Zahl d. Fd.	*t*	*ni*	*c* sec *δ*	*ma*	Merid. Pass.	Scheinb. AR.	Uhr-Correct.
υ Pegasi	10	$23^h\,20^m\,22{\cdot}52$	− 0·437	+ 0·380	+ 0·665	23·13	$23^h\,18^m\,58{\cdot}91$	$-1^m\,24{\cdot}22$
γ Cephei	12	35 36·39	− 1·732	+ 1·551	− 3·021	33·19	34 9·46	(23·73)
ω Piscium	11	23 54 6·84	− 0·333	+ 0·353	+ 0·961	7·82	23 52 43·65	24·17
α Androm.	10	0 3 9·67	− 0·480	+ 0·399	+ 0·548	10·14	0 1 45·94	24·20
γ Pegasi	11	8 1·49	− 0·384	+ 0·363	+ 0·815	2·28	6 38·18	24·10
ι Ceti	11	14 16·58	− 0·242	+ 0·356	+ 1·221	17·92	12 53·79	24·13
ι Piscium	10	0 57 40·86	− 0·340	+ 0·354	+ 0·942	41·82	0 56 17·56	24·26
α Ursae min.	7	1 13 97·02	−14·184	+14·630	−38·452	59·01	1 12 34·91	(24·10)

Im Mittel um 0 6 : −1 24·18

1811 October 31 (♂) Kreis West.

$i = -0{\cdot}308 \qquad c = +0{\cdot}351$

$a = +2{\cdot}159$ (aus *γ* Cephei und *h* Drac.)

Stern	Zahl d. Fd.	*t*	*ni*	*c* sec *δ*	*ma*	Merid. Pass.	Scheinb. AR.	Uhr-Correct.
γ Piscium	11	23 12 1·51	− 0·216	+ 0·351	+1·546	3·19	23 10 30·89	−1 32·30
x Piscium	11	21 52·07	− 0·207	+ 0·351	+1·598	53·81	21 21·43	32·38
γ Cephei	13	35 45·02	− 1·193	+ 1·551	−4·584	40·79	34 8·93	(31·86)
ω Piscium	8	23 54 14·35	− 0·230	+ 0·353	+1·457	15·93	23 52 43·61	32·32
h Draconis	13	0 7 28·44	+ 0·906	− 1·735	+8·573	36·18	12 6 4·32	(31·86)

Im Mittel um 23 29 : −1 32·33

1871 December 5 (☾).

$i = +0^s\!\cdot\!075 \qquad c = +0^s\!\cdot\!351$

$a = +3\cdot050$ (aus γ Cephei und γ Piscium).

Stern	Zahl d. Fd.	t	ni	$c \sec \delta$	ma	Merid. Pass.	Scheinb. AR.	Uhr-Correct.
α Pegasi	11	23ʰ 0ᵐ19ˢ16	+0ˢ064	+0ˢ363	+1ˢ748	21ˢ34	22ʰ58ᵐ21ˢ88	—1ᵐ 59ˢ46
γ Piscium	11	12 27·25	+0·053	+0·351	+2·184	29·84	23 10 30·53	59·31
τ Pegasi	11	16 14·52	+0·074	+0·381	+1·409	16·38	14 17·04	59·34
υ Pegasi	7	20 55·92	+0·074	+0·380	+1·424	57·80	18 58·41	59·39
γ Cephei	8	23 36 10·25	+0·291	+1·551	—6·475	5·62	23 34 6·31	(59·31)
							Im Mittel um 23 12 :	—1 59·38

υ Pegasi und γ Cephei nur mehr durch Wolken sichtbar; später ganz trüb.

1871 December 11 (©).

$i = +0^s\!\cdot\!110 \qquad c = +0^s\!\cdot\!351$

$a = +3\cdot121$ (aus γ Cephei und γ Piscium).

Stern	Zahl d. Fd.	t	ni	$c \sec \delta$	ma	Merid. Pass.	Scheinb. AR.	Uhr-Correct.
α Pegasi	11	23 0 22·52	+0·095	+0·363	+1·788	24·77	22 58 21·81	—2 2·96
γ Piscium	11	12 30·83	+0·077	+0·351	+2·235	33·49	23 10 30·47	3·02
τ Pegasi	11	16 17·99	+0·108	+0·381	+1·442	19·92	14 16·96	2·96
υ Pegasi	11	20 59·47	+0·108	+0·380	+1·458	61·42	18 58·33	3·09
70 Pegasi	11	24 40·36	+0·091	+0·359	+1·882	22·69	22 39·70	2·99
γ Cephei	8	23 36 13·45	+0·427	+1·551	—6·626	8·80	23 34 5·78	(3·02)
							Im Mittel um 23 15 :	—2 3·00

Stellt man der Übersicht halber die Resultate dieser Beobachtungen zusammen und fügt man noch die Resultate der übrigen im Laufe dieses Zeitraumes ausgeführten Zeitbestimmungen hinzu, so erhält man für die Stände und Gänge der Wiener Hauptuhr das nachstehende Tableau:

1871		Uhrzeit	Stand	Tgl. Gang
October	9	0ʰ 21ᵐ	—1ᵐ18ˢ78	—0ˢ48
„	14	0 4	—1 21·18	—0·27
„	16	22 50	—1 21·70	—0·22
„	17	0 59	—1 21·94	—0·74
„	18	0 17	—1 22·68	—0·50
„	19	22 58	—1 23·16	—0·50
„	21	0 6	—1 24·18	—0·81
„	31	23 29	—1 32·33	—0·65
November	5	1 37	—1 35·66	—0·86
„	10	1 28	—1 39·95	—0·81
„	24	0 58	—1 51·33	—0·73
December	5	23 12	—1 59·38	—0·60
„	11	23 15	—2 3·00	

b) Zeitbestimmungen in Wiener-Neustadt.

In Wiener-Neustadt führte Major Andres die Zeitbestimmungen an einem portativen Mittagsrohre mit gebrochenem Fernrohre von 30‴ Objectivöffnung und 30″ Brennweite aus, das nach dem Muster der jetzt bei der europäischen Gradmessung allgemein angewendeten Instrumente dieser Art von Starke gebaut ist. Die Beobachtungsuhr, eine Pendeluhr mit Quecksilbercompensation, ist von Vorauer verfertigt.

Nivellirt wurde allabendlich in jeder Kreislage, so oft es die Zeit zuliess, schliesslich aber das Mittel aus allen Nivellirungen jeder Kreislage gebildet, da in den Neigungen kein irgend regelmässiger Gang sich zeigte, sondern die Unterschiede ganz den Charakter von Beobachtungsfehlern trugen. Die dadurch erhaltenen Mittelwerthe der Neigung sind die folgenden:

October	14	K.W. $i = -0''002$;	K.O. $i = -0''181$;
			K.W. $i = -0''123$.
„	16	K.O. $i = +0''034$;	K.W. $i = -0''069$;
		K.O. $i = +0''030$;	K.W. $i = -0''070$.
„	17	K.W. $i = +0''018$;	K.O. $i = -0''123$.
„	18	K.O. $i = +0''022$;	K.W. $i = +0''089$.

October	21	K.W. $i = -0{\cdot}023$;	K.O. $i = +0{\cdot}057$.
„	24	K.O. $i = +0{\cdot}158$;	K.W. $i = -0{\cdot}074$.
December	3	K.W. $i = -0{\cdot}080$;	K.O. $i = -0{\cdot}076$.
„	9	K.W. $i = +0{\cdot}085$;	K.O. $i = -0{\cdot}031$.
„	11	K.W. $i = -0{\cdot}184$;	K.O. $i = -0{\cdot}352$.

Der Collimationsfehler wurde jeden Abend durch Umlegen bestimmt, und ergab sich an den einzelnen Tagen folgendermassen, wobei das Zeichen für K.O. obere Culmination gilt:

October	14	aus h	Camelopardi	$c = +0{\cdot}211$
„	16	„ h	„	$+0{\cdot}134$
		„ γ	Cephei	$+0{\cdot}380$
„	17	„ γ	„	$+0{\cdot}376$
„	18	„ γ	„	$+0{\cdot}374$
„	21	„ γ	„	$+0{\cdot}253$
„	24	„ γ	„	$+0{\cdot}251$
December	3	„ γ	„	$+0{\cdot}366$
„	9	„ γ	„	$+0{\cdot}226$
„	11	„ γ	„	$+0{\cdot}164$

Die in diesen Werthen sich zeigende Variation ist, wie die Doppelbestimmung des Collimationsfehlers am 16. October zu erkennen gibt, dem bei weitem grössten Theile nach gewiss nicht reell, sondern nur scheinbar durch die Beobachtungsfehler verursacht. Noch deutlicher tritt dies hervor, wenn man je drei Tage zu einem Mittel zusammenfasst. Man erhält dadurch:

October	14, 16, 17	$c = +0{\cdot}275$
„	18, 21, 24	$c = +0{\cdot}293$
December	3, 9, 11	$c = +0{\cdot}252$
	Im Mittel..	$c = +0{\cdot}273$

Diese Werthe weichen so wenig von einander ab, dass man es für das beste hielt, das zuletzt gezogene Mittel als Werth des Collimationsfehlers für die ganze Epoche gelten zu lassen, was um so unbedenklicher schien, als im Mittel der Beobachtungen bei K.O. und K.W. der Collimationsfehler ohnehin so gut wie völlig einflusslos wird. Es sind daher alle Beobachtungen reducirt mit:

$c = +0{\cdot}259$ für K.O.
$c = -0{\cdot}287$ „ K.W.

Für das Azimuth ergaben sich die folgenden Werthe:

October	14 aus γ Cephei	λ	Aquarii	:	$a = -0{\cdot}211$
„	16 „ γ „	η	„	:	$a = +0{\cdot}066$
„	17 „ γ „	ι	Ceti	:	$a = -0{\cdot}310$
„	18 „ γ „	ι	„	:	$a = -0{\cdot}326$
„	21 „ γ „	ω	Piscium	:	$a = -0{\cdot}103$
„	24 „ γ „	ω	„	:	$a = -0{\cdot}074$
November	5 „ γ „	ι	Ceti	:	$a = +0{\cdot}146$
December	3 „ γ „	ι	„	:	$a = -0{\cdot}296$
„	9 „ γ „	ι	„	:	$a = -0{\cdot}363$
„	11 „ γ „	ι	„	:	$a = +0{\cdot}050$

h diesen Auseinandersetzungen bedarf die folgende Zusammenstellung der Zeitbestimmungen wohl iteren Erklärung. Es sei daher nur noch hinzugefügt, dass auch hier nur jene Beobachtungsabende im getheilt werden, zwischen welche eine Chronometerübertragung fiel, und dass von den übrigen wieder esultat in die am Schlusse gegebene Übersichtstabelle aufgenommen wurde.

[illegible]	Kreis-lage	Zahl d. Fd.	t	ni	$c \sec \delta$	ma	Merid. Pass.	Scheinb. AR.	Uhr-Correct.
			1871 October 14 (♄).						
[illegible]	W	9	21h 58m 15s·515	−0·001	−0·287	−0·158	15·07	21h 59m 11s·52	+0m 56s·45
[illegible]	O	8	22 27 49·261	−0·120	+0·259	−0·158	49·24	22 28 45·78	56·54
[illegible]	O	9	34 7·414	−0·145	+0·263	−0·131	7·40	35 3·85	56·45
[illegible]	O	9	39 24·911	−0·178	+0·281	−0·096	24·92	40 21·31	56·39
[illegible]	O	7	22 44 58·818	−0·102	+0·262	−0·177	58·80	22 45 55·29	36·49
[illegible]	W	9	23 33 14·548	−0·475	−1·268	+0·454	13·26	23 34 9·75	(56·49)

m Mittel um 22 47: +0 56·46

1871 October 16 (☾).

Stern	Lage	Gew.								
	O	9	21ʰ 58ᵐ 14ˢ906	+0ˢ022	+0ˢ259	+0ˢ050	15ˢ24	21ʰ 59ᵐ 11ˢ50	+0ᵐ	56ˢ26
	O	9	22 2 47·267	+0·025	+0·260	+0·045	47·60	22 8 43·60		56·00
	W	8	27 49·749	—0·046	—0·287	+0·050	49·47	28 45·76		56·29
	W	9	34 7·943	—0·056	—0·291	+0·041	7·64	35 3·83		56·19
	W	8	22 39 25·304	—0·069	—0·310	+0·030	24·96	22 40 21·29		56·33
	W	3	23 33 15·583	—0·266	—1·268	—0·142	13·38	23 34 9·68		(56·30)
	O	4	33 11·792	+0·116	+1·144					
	W	9	23 51 47·880	—0·053	—0·289	+0·044	47·58	23 52 43·67		56·09

Im Mittel um 22 56 : +0 56·19

1871 October 17 (♂).

Stern	Lage	Gew.								
	W	9	23 9 35·268	+0·013	—0·287	—0·220	34·77	23 10 31·00	+0	56·23
	W	7	18 3·380	+0·017	—0·311	—0·143	2·94	18 58·94		56·00
	W	9	21 44·516	+0·014	—0·293	—0·185	44·05	22 40·24		56·19
	W	4	33 14·327	+0·069	—1·268	+0·666	13·34	34 9·64		(56·30)
	O	4	33 11·550	—0·475	+1·144					
	O	8	23 51 47·504	—0·092	+0·260	—0·208	47·46	23 52 43·67		56·21
	O	9	0 11 57·560	—0·067	+0·263	—0·265	57·49	0 12 53·80		56·31

Im Mittel um 23 42 : +0 56·19

1871 October 18 (☿).

Stern	Lage	Gew.								
ε Pegasi	O	9	23 13 21·424	+0·021	+0·281	—0·148	21·58	23 14 17·58	+0	56·00
υ Pegasi	O	9	18 2·700	+0·021	+0·281	—0·150	2·85	18 58·92		56·07
γ Cephei	O	4	33 11·192	+0·085	+1·144	+0·701	13·57	34 9·59		(56·02)
γ Cephei	W	4	33 14·435	+0·151	—1·268					
ω Piscium	W	9	23 51 48·113	+0·030	—0·289	—0·218	47·64	23 52 43·66		56·02
α Androm.	W	9	0 0 50·436	+0·043	—0·326	—0·123	50·03	0 1 45·95		55·92
γ Pegasi	W	9	5 42·466	+0·034	—0·296	—0·185	42·02	6 38·18		56·16
ι Ceti	W	9	0 11 58·328	+0·021	—0·291	—0·278	57·78	0 12 53·80		56·02

Im Mittel um 23 44 : +0 56·03

Stern	Kreis-lage	Zahl d. Fd.	t	ni	$c \sec \delta$	ma	Merid. Pass.	Scheinb. AR.	Uhr-Correct.
1871 October 21 (♄).									
γ Piscium	W	5	23ʰ 9ᵐ35ˢ908	—0ˢ016	—0ˢ287	—0ˢ073	35ˢ53	23ʰ 10ᵐ30ˢ98	+0ᵐ 55ˢ45
τ Pegasi	W	3	13 22·483	—0·023	—0·311	—0·047	22·10	14 17·57	55·47
υ Pegasi	W	9	18 3·677	—0·022	—0·311	—0·047	3·30	18 58·91	55·61
γ Cephei	W	3	33 15·153	—0·089	—1·268	+0·221	14·11	34 9·46	(55·35)
γ Cephei	O	3	33 12·613	+0·220	+1·144				
ω Piscium	O	9	23 51 48·064	+0·043	+0·260	—0·069	48·30	23 52 43·65	55·35
α Androm.	O	9	0 0 50·352	+0·061	+0·295	—0·039	50·67	0 1 45·94	55·27
γ Pegasi	O	7	0 5 42·417	+0·049	+0·268	—0·058	42·68	0 6 38·18	55·50
							Im Mittel um 23 39 :		+0 55·44
1871 October 24 (♂).									
γ Piscium	O	8	23 9 35·542	+0·112	+0·259	—0·053	35·86	23 10 30·96	+0 55·10
τ Pegasi	O	9	13 22·313	+0·156	+0·281	—0·034	22·72	14 17·56	54·84
υ Pegasi	O	9	18 3·724	+0·156	+0·281	—0·034	4·13	18 58·91	54·78
γ Cephei	O	3	33 12·443	+0·610	+1·144	+0·159	14·26	34 9·31	(55·05)
γ Cephei	W	4	33 15·557	—0·285	—1·268				
ω Piscium	W	9	23 51 49·011	—0·056	—0·289	—0·050	48·62	23 52 43·67	55·05
α Androm.	W	4	0 0 51·207	—0·080	—0·326	—0·028	50·77	0 1 45·94	55·17
							Im Mittel um 23 36 :		+0 54·99

Stern	Kreis-lage	Zahl d. Fd.	t	ni	$c \sec \delta$	ma	Merd. Pass.	Scheinb. AR.	Uhr-Correct.
			1871 December 9 (♄).						
γ Piscium	W	3	23ʰ 10ᵐ 13·700	+0·059	−0·287	−0·258	13·21	23ʰ 10ᵐ 30·49	+0ᵐ 17·28
τ Pegasi	W	4	13 60·130	+0·084	−0·311	−0·165	59·74	14 16·99	17·25
υ Pegasi	W	4	18 41·847	+0·084	−0·311	−0·167	41·45	18 58·37	16·92
γ Cephei	W	4	33 48·700	+0·328	−1·268	+0·780	48·75	34 5·95	(17·20)
γ Cephei	O	4	33 47·150	−0·119	+1·144				
ω Piscium	O	5	23 52 26·222	−0·022	+0·260	−0·243	26·22	23 52 43·28	17·06
α Androm.	O	5	0 1 28·500	−0·033	+0·295	−0·137	28·62	0 1 45·49	16·87
γ Pegasi	O	5	6 20·668	−0·030	+0·268	−0·206	20·70	6 37·81	17·11
ι Ceti	O	4	0 12 36·337	−0·017	+0·263	−0·310	36·27	0 12 53·47	17·20
								Im Mittel um 23 42:	+0 17·10
			1871 December 11 (☾).						
γ Piscium	W	9	23 10 16·090	−0·129	−0·287	+0·036	15·71	23 10 30·47	+0 14·76
τ Pegasi	W	9	14 2·584	−0·183	−0·311	+0·023	2·11	14 16·96	14·85
υ Pegasi	W	9	18 44·030	−0·182	−0·311	+0·023	43·56	18 58·33	14·77
γ Cephei	W	4	33 52·275	−0·710	−1·268	−0·108	50·67	34 5·78	(15·11)
γ Cephei	O	4	33 51·475	−1·359	+1·144				
ω Piscium	O	8	23 52 28·356	−0·264	+0·260	+0·034	28·39	23 52 43·26	14·87
α Androm.	O	8	0 1 30·730	−0·379	+0·295	+0·019	30·66	0 1 45·47	14·81
γ Pegasi	O	9	6 22·997	−0·304	+0·268	+0·028	22·99	6 37·80	14·81
ι Ceti	O	9	0 12 38·226	−0·194	+0·263	+0·043	38·34	0 12 53·44	15·10
								Im Mittel um 23 42:	+0 14·85

Übersichtlich zusammengestellt resultirt also aus den obigen Beobachtungen für den Stand und Gang der Uhr in Wiener-Neustadt:

1871		Uhrzeit	Stand	Tgl. Gang
October	14	$22^h 47^m$	$+0^m$ 56·46	—0·13
„	16	22 56	+0 56·19	0·00
„	17	23 42	+0 56·19	—0·16
„	18	23 44	+0 56·03	—0·20
„	21	23 39	+0 55·44	—0·15
„	24	23 36	+0 54·99	—0·52
November	5	23 42	+0 48·69	—0·87
December	3	23 42	+0 24·49	—1·23
„	9	23 42	+0 17·10	—1·13
„	11	23 42	+0 14·82	

Die Zunahme des täglichen Uhrganges am Anfange Decembers fällt mit dem Eintreten strenger Kälte in dieser Epoche zusammen.

c) Ermittelung der persönlichen Gleichung.

Die persönliche Gleichung wurde am portativen Mittagsrohre des Observatoriums in Wiener-Neustadt dadurch bestimmt, dass der eine Beobachter den Durchgang eines Sternes durch die eine Hälfte, der zweite durch die andere Hälfte der Fäden beobachtete, wobei überdies die Vorsichtsmassregel festgehalten wurde, bei den aufeinander folgenden Sternen die Reihenfolge der Beobachter zu wechseln, um auf diese Weise einen etwaigen Fehler der Fädenintervalle zu eliminiren. Das Verzeichniss der beobachteten Sterne, deren Reduction auf den Mittelfaden Major Andres besorgte, sowie das daraus hervorgehende Resultat der dersönlichen Gleichung im Sinne Andres—Weiss ist in der folgenden Tabelle enthalten, zu der ich nur erwähnen will, dass die vorletzte Columne die von jedem Beobachter notirte Zahl der Fädenantritte angibt, und dass die Beobachtungen am 9. December 1871 angestellt wurden.

Nr.	Stern	1871·0 Rectasc.	1871·0 Decl.	Zahl d. Fd. A; W	A—W
			Kreis West.		
1	η Aquarii	22ʰ 28ᵐ 41ˢ	— 0°46′ 9	4, 4	+0·100
2	ζ Pegasi	35 2	+10 9·5	4, 4	+0·158
3	B. A. C. 7943	40 15	11 30·9	4, 4	—0·122
4	„ 7971	45 51	9 9·0	4, 4	+0·012
5	„ 7997	51 7	20 4·6	4, 4	—0·130
6	„ 8031	22 57 19	3 7·6	4, 4	+0·048
7	„ 8051	23 0 31	8 42·8	4, 4	—0·080
8	γ Piscium	10 29	2 34·7	4, 4	+0·217
9	υ Pegasi	23 18 57	+22 41·6	4, 4	+0·327
			Kreis Ost.		
10	ω Piscium	23 52 41	+ 6 8·9	5, 4	—0·083
11	α Androm.	0 1 43	28 22·7	5, 4	+0·333
12	γ Pegasi	6 36	+14 28·0	5, 4	+0·058
13	ι Ceti	12 51	— 9 32·4	4, 4	+0·190
14	B. A. C. 101	0 21 19	+17 10·8	4, 4	+0·271
15	ν Piscium	1 34 43	4 50·0	4, 4	+0.150
16	ο Piscium	38 35	8 30·4	4, 4	—0·130
17	ξ Piscium	46 53	2 33·0	4, 4	+0·098
18	γ Androm.	55 59	41 42·6	4, 4	—0·163
19	α Arietis	1 59 54	22 51·1	4, 4	—0·010
20	B. A. C. 684	2 6 10	+ 8 14·4	4, 4	+0·140
21	„ 729	15 20	— 0 11·7	4, 3	+0·302
22	„ 745	17 54	+10 1·5	4, 3	—0·177
23	ξ² Ceti	21 18	7 52·8	4, 4	+0·083
24	B. A. C. 776	24 49	1 41·8	4, 4	+0·045
25	„ 798	29 35	+11 53·3	4, 3	+0·305
26	δ Ceti	32 52	— 0 13·8	4, 4	+0·230
27	γ Ceti	2 36 37	+ 2 41·4	4, 4	+0·440
28	B. A. C. 999	3 7 29	20 33·9	4, 4	—0·075
29	„ 1028	12 35	2 53·7	4, 4	+0·062
30	ο Tauri	17 52	8 34·4	4, 4	—0·025
31	f Tauri	3 23 45	+12 29·6	4, 4	—0·175
			Kreis West.		
32	B. A. C. 1135	3 34 53	+19 17·2	4, 4	+0·213
33	„ 1174	41 12	10 44·7	4, 4	—0·065
34	ζ Persei	46 2	31 29·8	4, 4	+0·230
35	ξ Persei	50 36	35 25·1	4, 4	0·000
36	λ Tauri	53 32	12 7·4	4, 4	+0·385
37	ν Tauri	3 56 18	5 37·8	4, 4	—0·038
38	B. A. C. 1272	4 0 36	16 59·6	4, 4	+0·120
39	γ Tauri	12 27	+15 18·8	3, 4	—0·096
40	μ Eridani	39 3	— 3 29·6	4, 4	—0·345
41	π⁴ Orionis	44 20	+ 5 22·9	4, 4	+0·030
42	π⁵ Orionis	4 47 32	+ 2 13·6	4, 4	+0·002

Bildet man um zu sehen, ob die persönliche Gleichung im Laufe des Abendes Änderungen erfahren, nicht blos getrennte Mittel für die am Anfange und Ende bei Kreislage West beobachteten Sterne, sondern theilt man auch die Beobachtungen bei der Kreislage Ost in zwei Hälften, so erhält man:

Stern	Uhrzeit	Kreisl.	A—W
1— 9	$22^h 52^m$	W	+0ˢ059
10—20	1 3	O	+0·078
21—31	2 44	O	+0·092
32—42	4 6	W	+0·040

Die Unterschiede der für jede Kreislage gefundenen Zahlen sind offenbar kleiner als die wahrscheinlichen Fehler derselben, also keine Änderung der persönlichen Gleichung im Laufe des Abendes angezeigt. Die Mittel für jede Kreislage nach der Zahl der Sterne genommen sind:

Kreis West: A—W = +0ˢ049 aus 20 Sternen
„ Ost: „ = +0·085 „ 22 „

Auch diese beiden Zahlen sind einander noch so nahe gleich, dass deren Unterschied nicht verbürgt werden kann. Denn der mittlere Fehler einer Bestimmung der persönlichen Gleichung, berechnet aus der Übereinstimmung der einzelnen Werthe beträgt bei Kreis West: $\varepsilon = \pm 0^s175$, bei Kreis Ost: $\varepsilon = \pm 0^s180$, mithin der mittlere Fehler der für Kreis West und Kreis Ost erhaltenen Resultate respective $\pm 0^s039$ und $\pm 0^s038$. Es wurde deshalb das arithmetische Mittel beider Angaben für die persönliche Gleichung angenommen: diese, nebst ihrem mittleren Fehler beträgt also:

$$A-W = +0^s07 \pm 0^s027.$$

d) Vergleichung der Chronometer mit der Hauptuhr der Wiener Sternwarte.

Zwischen den einzelnen Chronometerübertragungen habe ich zahlreiche Vergleichungen der Chronometer (welche, wie bereits erwähnt wurde, Sternzeit zeigen), mit der Hauptuhr der Sternwarte ausgeführt, nicht nur um den Stand und Gang der-

selben möglichst sicher zu stellen, sondern auch um den Einfluss der Übertragungen auf diese Grössen kennen zu lernen, und lasse hier die Ergebnisse dieser Untersuchung folgen.

1. Chronometer Molyneux Nr. 1980.

In der folgenden Tabelle sind die Resultate der Vergleichungen des Chronometers Molyneux zusammengestellt, und darin jene, welche unmittelbar vor oder nach einer Zeitbestimmung erlangt wurden, durch ein der laufenden Nummer beigefügtes Sternchen kenntlich gemacht. Jede Vergleichung ist das Mittel aus zwei bis drei Aufschreibungen, bei welchen ich die Secundenschläge abwechselnd von den Schlägen der Pendeluhr und denen des Chronometers an zählte.

Von den Angaben der Tafel bedürfen wohl nur die beiden letzten Columnen einer Erklärung. Mit dem aus den angezeigten Intervallen berechneten Uhrgange habe ich dort, wo eine Übertragung des Chronometers dazwischenliegt, seinen Stand für die intermediären Vergleichungen unter der Annahme eines gleichförmigen Ganges desselben berechnet, und in Columne 6 eingetragen. Den Unterschied des so berechneten mit dem beobachteten Stande enthält die siebente Columne. Um jedoch ein vollständiges Bild vom Verhalten des Chronometers zu erlangen, habe ich noch die in Wiener-Neustadt gemachten Vergleichungen eingeschoben, und durch Anbringen der (unter *e* abgeleiteten) Längendifferenz ($0^m 31^s 18$) und persönlichen Gleichung auf Wiener Zeit reducirt. Diese letztgenannten Vergleichungen sind zum Unterschiede von den übrigen mit römischen Nummern versehen und eingeklammert worden.

Schliesslich sei noch erwähnt, dass ich in der zweiten Columne die mittlere Wiener Zeit der Vergleichung deshalb beigefügt habe, weil sich aus ihr bequemer als aus der Uhrzeit (die, wie die vierte Columne lehrt, mit einem bedeutenden Stande gegen Sternzeit behaftet ist) das zwischen zwei consecutiven Vergleichungen verflossene Intervall erkennen lässt.

Nr.	1871 mittl. Wien. Zt.	Uhrzt. Mol.	Stand Molyn.	Tgl. Gang	Ber. Stand	B—R.
1	Oct. 14 1·4	13ʰ 14ᵐ	+1ʰ 42ᵐ 41ˢ46	+ 3ˢ73		
2*	„ 14 10·3	22 6	42 42·82			
3	„ 14 18·5	6 18	42 44·33		44ˢ16	+0ˢ17
I	„ 14 22·3	10 9	42 (44·80)	+ 3·85	44·75	(+0·05)
4	„ 15 2·1	14 0	42 45·64		45·37	+0·27
5*	„ 16 9·3	21 17	42 50·50		50·39	+0·11
6	„ 17 2·5	14 31	42 53·14			
II	„ 17 5·9	17 52	42 (55·10)	+10·68	54·63	(+0·47)
7*	„ 17 10·6	22 39	42 56·76			
8	„ 17 21·1	9 10	42 58·85	+ 4·89	58·98	—0·13
III	„ 18 0·3	12 19	42 (59·45)		59·55	(—0·10)
9*	„ 18 10·0	22 6	43 1·53			
10	„ 18 18·0	6 8	43 2·36		2·56	—0·20
IV	„ 18 21·8	9 54	43 (3·04)	+ 3·09	3·05	(—0·01)
11	„ 19 4·0	16 7	43 3·95		3·85	+0 10
12*	„ 19 9·4	21 30	43 4·54	+ 3·96		
13*	„ 21 9·8	22 6	43 12·57			
14	„ 22 2·3	14 36	43 14·86		14·83	+0·03
V	„ 22 5·6	17 57	43 (15·17)	+ 3·29	15·28	(—0·11)
15	„ 22 9·8	22 7	43 15·85		15·86	—0·01
16	„ 23 7·2	19 35	43 18·85		18·81	+0·04
17	„ 24 2·8	15 14	43 21·50	+ 3·06		
18*	„ 31 8·8	21 41	43 43·67	+ 3·66		
19*	Nov. 5 11·0	0 13	44 2·33			
20	„ 6 2·6	15 50	44 4·27	+ 4·05		
21*	„ 10 11·9	1 25	44 22·79	+ 2·74		
22	„ 17 23·7	13 47	44 43·38	+ 2·93		
23	Dec. 4 6·9	22 3	45 31·33	+ 3·71		
24	„ 8 23·9	15 20	45 48·84			
VI	„ 9 5·0	20 27	45 (49·78)	+ 4·63	49·82	(—0·04)
VII	„ 9 20·6	12 3	45 (52·67)		52·83	(—0·16)
25	„ 10 1·1	16 37	45 53·72	+ 5·17		
26*	„ 11 6·1	21 41	+1 45 59·99			

Vor allem fällt hier der starke Sprung zwischen den Vergleichungen 6 und 7* am 17. October auf, und noch mehr der Umstand, dass die Uhr diesen ganz ungewöhnlichen Gang, der wohl nur vom Transporte derselben herrühren kann, ziemlich regelmässig beibehalten hat. Die rasche Gangänderung an diesem Tage mag ihre Ursache darin haben, dass der Sperrhaken der Aufhängeringe des Chronometers, den ich in Wien noch fest angezogen hatte, sich während der Eisenbahnfahrt nach Wiener-Neustadt lockerte, und dadurch die Ringe frei beweglich machte.

Die übrigen Unterschiede der letzten Columne übersteigen wohl nie die unvermeidliche Unsicherheit der Vergleichung zweier

Uhren, die beide dieselbe Zeit zeigen, und beweisen dadurch, dass der Gang des Chronometers, den obenerwähnten Fall ausgenommen, durch den Transport nicht merklich beeinflusst wurde. Ich habe daher, um alle ausgeführten Vergleichungen möglichst einfach zu berücksichtigen, so zu sagen Normalvergleichungen gebildet, indem ich mehrere zu einem Mittel zusammenzog, und darauf Bedacht nahm, dies Mittel der Zeit einer Chronometer-übertragung möglichst nahe zu bringen. Dabei habe ich überdies dort wo es anging, jede bei einer Zeitbestimmung angestellte Vergleichung, welche insofern sicherer ist als die übrigen, da sie vom Gange des Chronometers und der Hauptuhr frei ist, zu zwei Gruppen gezogen, um ihr so ein grösseres Gewicht zu geben, und die in Wiener-Neustadt ausgeführten Chronometer-vergleichungen selbstverständlich weggelassen. Es ergaben sich dadurch schliesslich folgende Stände und Gänge des Chronometers:

Mittel aus Nr.		Uhrzeit Molyneux	Stand Mol.	Tgl. Gang	
1	October	14 13h 14m	+1h 42m 41s·46		
				+3·92	
2 — 5•	"	15 15 55	42 45·82		
				+3·79	
5• — 6	"	16 5 54	42 51·82		
6 — 7*	"	17 18 35	42 54·95		+10·68
7• — 9•	"	17 9 58	42 59·05		
				+3·97	
9• — 12•	"	18 10 28	43 3·10		
				+3·81	
13*	"	21 22 6	43 12.57		
				+3·30	
13• — 16	"	22 19 36	43 15·53		
				+3·29	
17	"	24 15 14	43 21·50		
				+3·05	
18•	"	31 21 41	43 43·67		
				+3·61	
19• — 20	November	5 8 2	44 3·30		
				+4·12	
21•	"	10 1 25	44 22·79		
				+2·74	
22	"	17 13 47	44 43·38		
				+2·93	
23	December	4 22 3	45 31·33		
				+3·80	
24 25	"	9 3 59	45 51·28		+ 1·63
				+5·01	
26•	"	11 21 41	+1 45 59·99		

2. Chronometer Kessels Nr. 1443.

Die Vergleichungen vom Chronometer **Kessels** mit der Hauptuhr der Sternwarte wurden genau so wie die des Chronometer **Molyneux** behandelt; ich kann sie daher ohne weitere Bemerkungen unmittelbar folgen lassen.

Nr.	Mittl. Wien. Zt. 1871	Uhrzt. Kess.	Stand Kess.	tgl. Gang	Ber. Stand	B—R.
1	Oct. 14 1ʰ 4	15ʰ 18ᵐ	—0ʰ 24ᵐ 33ˢ04			
2•	„ 14 10·2	0 8	24 32·88	+0ˢ38	32ˢ90	—0ˢ02
3	„ 14 18·4	8 22	24 32·77			
I	„ 14 22·2	12 10	24 (32·70)		32·71	(—0·01)
4	„ 15 2·0	16 5	27 57·06	+2·19		
5*	„ 16 9·3	23 24	27 54·20			
6	„ 17 2·5	16 39	27 52·46	+2·90	52·23	+0·23
II	„ 17 5·8	19 59	27 (52·00)		51·71	(+0·29)
7•	„ 17 10·6	0 47	27 51·13			
8	„ 17 21·1	11 17	27 50·64	+1·20	50·60	+0·04
III	„ 18 0·1	14 17	27 (50·29)		50·45	(—0·16)
9•	„ 18 10·0	0 13	27 49·96			
10	„ 18 18·0	8 15	27 49·03		49·01	+0·02
IV	„ 18 21·7	11 59	27 (48·46)	+2·86	48·55	(—0·09)
11	„ 19 4·0	18 20	27 47·69		47·80	—0·11
12•	„ 19 9·3	23 36	27 47·17			
13•	„ 21 9·8	0 13	27 42·67	+2·22	42·67	0·00
14	„ 22 2·3	16 50	27 41·13			
V	„ 22 5·6	20 4	27 (51·55)			
15	„ 22 9·9	0 24	27 56·54			
16	„ 23 7·1	21 43	27 54·71	+2·36	54·45	+0·26
17	„ 24 2·7	17 23	27 52·51	+2·51		
18•	„ 31 8·8	23 55	27 34·33	+2·91		
19•	Nov. 5 11·0	2 27	27 20·48			
20	„ 6 2·5	17 58	27 18·53	+3·06	18·50	+0·03
21•	„ 10 11·9	3 41	27 5·01	+3·05		
22	„ 17 23·6	15 53	26 42·12	+3·70		
23	Dec. 4 6·9	0 9	25 41·87	+5·93		
24	„ 9 0·0	17 34	25 13·86			
VI	„ 9 4·9	22 33	25 (14·69)			
VII	„ 9 20·7	14 20	25 (9·97)			
25	„ 10 1·2	18 54	25 18·77	+6·12		
26•	„ 11 5·7	23 30	—0 25 11·50			

Von den drei Sprüngen im Stande des Chronometers rührt der erste daher, dass am Morgen des 15. October vor der Reise nach Wiener-Neustadt das Aufziehen desselben vergessen wurde, und es deshalb wenige Minuten vor der Vergleichung bei der Rückkehr nach Wien stehen geblieben war. Die beiden anderen Sprünge sind reell. Allerdings fiel mir bei der Vergleichung schon der erste Sprung am 22. October auf: doch glaubte ich, es sei hierbei irgend eine Zufälligkeit im Spiele, da die Vergleichung am folgenden Tage zeigte, dass die Uhr ihren früheren Gang unverändert beibehalten habe. Als sich jedoch bei der nächsten Vergleichung am 9. December genau dasselbe wiederholte, wurde die Uhr näher untersucht und gefunden, dass die Hem-

mungsfeder nachgelassen hatte, und daher bei der Erschütterung des Fahrens zuweilen mehrere Zähne des Steigrades auf einmal passiren konnten. Lässt man daher die Vergleichungen nach dem 22. October weg, und bildet man aus den früheren, wie bei Chronometer Molyneux, Normalwerthe, so erhält man:

Mittel aus Nr.		Uhrzeit Kessels	Stand Kessels	Tgl. Gang
1 — 3	October	14 23ʰ 56ᵐ	—0ʰ 24ᵐ 32ˢ 90	+0ˢ 38
5* — 7*	„	16 13 37	—0 27 52·60	
				+2·23
7* — 9*	„	17 12 6	27 50·58	
				+2·08
9* — 12*	„	18 12 36	27 48·46	
				+2·36
12* — 14	„	20 13 33	—0 27 43·66	

e) Berechnung der Längendifferenz.

1. Chronometer Molyneux.

In der folgenden Zusammenstellung der in Wiener-Neustadt ausgeführten Vergleichungen des Chronometer Molyneux mit der Hauptuhr des dortigen Observatoriums ist die Correction des Chronometers der am Ende von *d* 1 gegebenen Tabelle entnommen, die Correction der Pendeluhr Vorauer aus der Tabelle am Schlusse des Abschnittes *b* interpolirt, und zugleich die persönliche Gleichung angebracht, die sub *c* zu W—*A* = —0ˢ07 ermittelt wurde. Das Weitere bedarf keiner Erklärung.

Nr.	1871		Uhrzeit Vorauer	Correct. + pers. Gl.	Uhrzeit Molyneux	Correction
I	Oct.	14	11ʰ 50ᵐ 45ˢ 0	+0ᵐ 56ˢ 32	10ʰ 9ᵐ 27ˢ 70	+1ʰ 42ᵐ 44ˢ 84
II	„	17	19 33 25·0	+0 56·12	17 51 57·20	+1 42 54·63
III	„	18	14 0 20·0	+0 56·02	12 18 47·75	+1 42 59·43
IV	„	18	11 35 20·0	+0 55·86	9 53 44·00	+1 43 3·00
V	„	22	19 38 45·0	+0 55·24	17 56 56·25	+1 43 15·31
VI	Dec.	9	22 11 35·0	+0 17·10	20 26 33·50	+1 45 49·83
VII	„	9	13 48 15 0	+0 16·34	12 3 9·85	+1 45 52·84

Daraus ergibt sich:

Nr.	Mittl. Wien. Zt.			Sternzeit Wien.-Neust.	Sternzeit Wien	Längendiff.	Gew.
I	Oct.	14	22ʰ 3	11ʰ 51ᵐ 41ˢ 32	11ʰ 52ᵐ 12ˢ 54	0ᵐ 31ˢ 22	1
II	„	17	5·9	19 34 21·12	19 34 51·83	(30·71)	0
III	„	18	0·3	14 1 16·02	14 1 47·18	31·16	1
IV	„	18	21·8	11 36 15·86	11 36 47·00	31·14	1
V	„	22	5·6	19 39 40·24	19 40 11·56	31·32	1
VI	Dec.	9	5·0	22 11 52·10	22 12 23·33	31·23	0·5
VII	„	9	20·6	13 48 31·34	13 49 2·69	0 31·35	0·5

Nr.	1871 mittl. Wien. Zt.	Uhrzt. Mol.	Stand Molyn.	Tgl. Gang	Ber. Stand	B—R.
1	Oct. 14 1·4	13h 14m	+1h 42m 41s·46			
2*	„ 14 10·3	22 6	42 42·82	+ 3s·73		
3	„ 14 18·5	6 18	42 44·33		44s·16	+0s·17
I	„ 14 22·3	10 9	42 (44·80)		44·75	(+0·05)
4	„ 15 2·1	14 0	42 45·64	+ 3·85	45·37	+0·27
5*	„ 16 9·3	21 17	42 50·50		50·39	+0·11
6	„ 17 2·5	14 31	42 53·14			
II	„ 17 5·9	17 52	42 (55·10)	+10·68	54·63	(+0·47)
7*	„ 17 10·6	22 39	42 56·76			
8	„ 17 21·1	9 10	42 58·85		58·98	—0·13
III	„ 18 0·3	12 19	42 (59·45)	+ 4·89	59·55	(—0·10)
9*	„ 18 10·0	22 6	43 1·53			
10	„ 18 18·0	6 8	43 2·36		2·56	—0·20
IV	„ 18 21·8	9 54	43 (3·04)	+ 3·09	3·05	(—0·01)
11	„ 19 4·0	16 7	43 3·95		3·85	+0 10
12*	„ 19 9·4	21 30	43 4·54			
13*	„ 21 9·8	22 6	43 12·57	+ 3·96		
14	„ 22 2·3	14 36	43 14·86		14·83	+0·03
V	„ 22 5·6	17 57	43 (15·17)		15·28	(—0·11)
15	„ 22 9·8	22 7	43 15·85	+ 3·29	15·86	—0·01
16	„ 23 7·2	19 35	43 18·85		18·81	+0·04
17	„ 24 2·8	15 14	43 21·50			
18*	„ 31 8·8	21 41	43 43·67	+ 3·06		
19*	Nov. 5 11·0	0 13	44 2·33	+ 3·66		
20	„ 6 2·6	15 50	44 4·27	+ 4·05		
21*	„ 10 11·9	1 25	44 22·79			
22	„ 17 23·7	13 47	44 43·38	+ 2·74		
23	Dec. 4 6·9	22 3	45 31·33	+ 2·93		
24	„ 8 23·9	15 20	45 48·84	+ 3·71		
VI	„ 9 5·0	20 27	45 (49·78)		49·82	(—0·04)
VII	„ 9 20·6	12 3	45 (52·67)	+ 4·63	52·83	(—0·16)
25	„ 10 1·1	16 37	45 53·72			
26*	„ 11 6·1	21 41	+1 45 59·99	+ 5·17		

Vor allem fällt hier der starke Sprung zwischen den Vergleichungen 6 und 7* am 17. October auf, und noch mehr der Umstand, dass die Uhr diesen ganz ungewöhnlichen Gang, der wohl nur vom Transporte derselben herrühren kann, ziemlich regelmässig beibehalten hat. Die rasche Gangänderung an diesem Tage mag ihre Ursache darin haben, dass der Sperrhaken der Aufhängeringe des Chronometers, den ich in Wien noch fest angezogen hatte, sich während der Eisenbahnfahrt nach Wiener-Neustadt lockerte, und dadurch die Ringe frei beweglich machte.

Die übrigen Unterschiede der letzten Columne übersteigen wohl nie die unvermeidliche Unsicherheit der Vergleichung zweier

Uhren, die beide dieselbe Zeit zeigen, und beweisen dadurch, dass der Gang des Chronometers, den obenerwähnten Fall ausgenommen, durch den Transport nicht merklich beeinflusst wurde. Ich habe daher, um alle ausgeführten Vergleichungen möglichst einfach zu berücksichtigen, so zu sagen Normalvergleichungen gebildet, indem ich mehrere zu einem Mittel zusammenzog, und darauf Bedacht nahm, dies Mittel der Zeit einer Chronometerübertragung möglichst nahe zu bringen. Dabei habe ich überdies dort wo es anging, jede bei einer Zeitbestimmung angestellte Vergleichung, welche insofern sicherer ist als die übrigen, da sie vom Gange des Chronometers und der Hauptuhr frei ist, zu zwei Gruppen gezogen, um ihr so ein grösseres Gewicht zu geben, und die in Wiener-Neustadt ausgeführten Chronometervergleichungen selbstverständlich weggelassen. Es ergaben sich dadurch schliesslich folgende Stände und Gänge des Chronometers:

Mittel aus Nr.		Uhrzeit Molyneux	Stand Mol.	Tgl. Gang	
1	October	14 13h 14m	+1h 42m 41s 46		
2 — 5•	„	15 15 55	42 45·82	+3s92	
5• — 6	„	16 5 54	42 51·82	+3·79	
6 — 7*	„	17 18 35	42 54·95		+10s68
7• — 9•	„	17 9 58	42 59·05		
9•—12•	„	18 10 28	43 3·10	+3·97	
13*	„	21 22 6	43 12.57	+3·81	
13• — 16	„	22 19 36	43 15·53	+3·30	
17	„	24 15 14	43 21·50	+3·29	
18•	„	31 21 41	43 43·67	+3·05	
19•—20	November	5 8 2	44 3·30	+3·61	
21•	„	10 1 25	44 22·79	+4·12	
22	„	17 13 47	44 43·38	+2·74	
23	December	4 22 3	45 31·33	+2·93	
24—25	„	9 3 59	45 51·28	+3·80	+ 4·63
26•	„	11 21 41	+1 45 59·99	+5·01	

2. Chronometer Kessels Nr. 1443.

Die Vergleichungen vom Chronometer Kessels mit der Hauptuhr der Sternwarte wurden genau so wie die des Chronometer Molyneux behandelt; ich kann sie daher ohne weitere Bemerkungen unmittelbar folgen lassen.

Wegen der starken Gangänderung, die, wie oben gezeigt wurde, bei der Übertragung des Chronometers am 17. October stattfand, halten wir es für's beste, diesen Tag ganz auszuschliessen. Ebenso haben wir jeder Vergleichung vom 9. December nur das halbe Gewicht gegeben, nicht nur weil beide Resultate aus derselben Zeitbestimmung abgeleitet sind, sondern diese in Wien auch mehrere Tage von dem Zeitpunkte der Vergleichung abstand.

Aus der Übereinstimmung der einzelnen Werthe folgt für den mittleren Fehler der Gewichtseinheit $\varepsilon = \pm 0^s084$, daher für das Resultat:

$$\lambda = 0^m31^s226 \text{ Gew. } 5; \; \varepsilon = \pm 0^s038.$$

2. Chronometer Kessels.

Die Vergleichungen des Chronometer Kessels wurden genau auf dieselbe Weise behandelt, wie die des Chronometer Molyneux. Es sind mit Weglassung der letzten drei die folgenden:

Nr.	1871	Uhrzeit Vorauer	Correct. + pers. Gl.	Uhrzeit Kessels	Correct.
I	Oct. 14	11ʰ43ᵐ40ˢ0	+0ᵐ56ˢ32	12ʰ 9ᵐ40ˢ20	−0ʰ24ᵐ32ˢ71
II	„ 17	19 29 30·0	56·12	19 58 49·30	27 52·01
III	„ 18	13 48 10·0	56·03	14 17 27·50	27 50·39
IV	„ 18	11 29 40·0	+0 55·86	11 58 55·50	−0 27 48·51

also:

Nr.	Mittl. Wien. Zt.	Sternzeit Wien.-Neust.	Sternzeit Wien	Längendiff.	Gew.
I	Oct. 14 22ʰ2	11ʰ44ᵐ36ˢ32	11ʰ45ᵐ 7ˢ49	0ᵐ31ˢ17	1
II	„ 17 5·8	19 30 26·12	19 30 57·29	31·17	1
III	„ 18 0·1	13 49 6·03	13 49 37·11	31·08	1
IV	„ 18 21·7	11 30 35·86	11 31 6·99	0 31·13	1

Der mittlere Fehler der Gewichtseinheit ergibt sich hier zu $\varepsilon = \pm 0^s043$, daher als Resultat sammt dessen mittlerem Fehler

$$\lambda = 0^m31^s138 \text{ Gew. } 4; \; \varepsilon = \pm 0^s021.$$

Lässt man das arithmetische Mittel der Angaben beider Chronometer für den wahrscheinlichsten Werth der Längendifferenz gelten, so liegt das Passageninstrument des Observatoriums in Wiener-Neustadt

$$0^m31^s182$$

westlich vom Meridiankreise der Sternwarte in Wien.

Die geradezu überraschende Übereinstimmung der einzelnen Resultate jedes Chronometers kann wohl nur einer zufälligen Ausgleichung aller Fehler seine Entstehung verdanken. Ich halte daher auch einen, aus eben dieser Übereinstimmung berechneten wahrscheinlichen Fehler des Endresultates für kein adäquates Mass der wirklich erreichten Genauigkeit, und ziehe es deshalb vor, keinen solchen beizuschreiben.

Zur Vervollständigung der geographischen Coordinaten des Observatoriums in Wiener-Neustadt füge ich bei, dass Major Andres im Jahre 1871 an einem Starke'schen Universale mit 12zölligem Höhenkreise zahlreiche Circummeridianhöhen genommen hat, und daraus für die geographische Breite findet:

$$\varphi = 47°48'\,12''11$$

mit einem wahrscheinlichen Fehler $r = \pm 0''069$.

Über die Untersalpetersäure.

Von **A. Exner,**

k. k. Artillerie-Hauptmann, Professor an der technischen Militär-Akademie in Wien.

(Mit 2 Holzschnitten.)

Nach den Resultaten, welche die Untersuchungen über die Untersalpetersäure im Gaszustande ergeben haben, ist die Molecularformel derselben N_2O_4 wohl von allen Chemikern adoptirt worden, und mit ihr auch die Ansicht, dass dieser Körper als ein intermediäres (gemischtes) Anhydrid der Salpetersäure und der salpetrigen Säure zu betrachten sei, indem beim Zerlegen mit Wasser diese beiden Säuren gebildet werden nach der Gleichung:

$$N_2O_4 + H_2O = NO_3H + NO_2H.$$

Es schien mir nicht ohne Interesse, den Beweis für die Richtigkeit dieser Anschauung auf dem Wege der Synthese zu liefern, d. h. zu versuchen, die Untersalpetersäure aus Derivaten der Salpetersäure und salpetrigen Säure aufzubauen. Der Erfolg schien von vorn herein gesichert, da nach den Versuchen von Odet und Vignon[1] das Anhydrid der Salpetersäure sich mit Leichtigkeit durch Einwirkung des Chlorids der Salpetersäure auf Silbernitrat darstellen lässt.

Für den vorliegenden Zweck konnten zwei Reactionen in Anwendung kommen; entweder die Einwirkung des Chlorids der salpetrigen Säure auf salpetersaures Silber:

$$NOCl + NO_3Ag = AgCl + N_2O_4$$

[1] Compt. rend. 69, 1142.

oder die Einwirkung des Chlorids der Salpetersäure auf salpetrigsaures Silber:

$$NO_2Cl + NO_2Ag = AgCl + N_2O_4.$$

Ich habe die letzte Reaction ausgeführt und mit derselben den gewünschten Erfolg erzielt.

Das für die Versuche erforderliche Chlorid der Salpetersäure habe ich theils durch Einwirkung von Phosphoroxychlorid auf Silbernitrat oder Bleinitrat, theils nach den Angaben von Hasenbach[1], durch Einwirkung von Chlor auf Untersalpetersäuredampf, bei höherer Temperatur, dargestellt und sorgfältig rectificirt. Um mich von der Reinheit des Präparates zu überzeugen, führte ich einige Chlorbestimmungen aus:

I. 0·1731 Grm. Substanz gaben 0·2793 Grm. Chlorsilber und 0·017 Grm. metallisches Silber, also 0·0747 Grm. Chlor.

II. 0·3260 Grm. Substanz gaben 0·5644 Grm. Chlorsilber und 0·0048 Grm. metallisches Silber, somit 0·1405 Grm. Chlor.

Der Chlorgehalt stellt sich demnach

Berechnet	Gefunden	
43·56%	I. 43·15%	II. 43·09%

Nun wurde eine Röhre mit trockenem salpetrigsaurem Silber gefüllt, in einer Kältemischung gut abgekühlt und durch das ausgezogene, offene Ende der Dampf des Salpetersäurechlorids eingeleitet, welcher sich in der Röhre verdichtete und das Silbersalz durchtränkte. Nachdem die Röhre zugeschmolzen war, wurde sie mehrere Stunden hindurch bei einer Temperatur von 30—40° C. erhalten. Der Process verlief bei allen angestellten Reactionen ganz glatt; einerseits wurde das Silbersalz vollständig in Chlorsilber umgewandelt, andererseits entstand Untersalpetersäure. Es ist selbstverständlich, dass bei den Versuchen die Feuchtigkeit möglichst ausgeschlossen werden muss; vollständig gelingt dies niemals, weil einerseits das salpetrigsaure Silber, vermöge seiner lockeren Beschaffenheit, immer etwas Wasser

[1] Journ. f. prakt. Chemie, N. F. IV, pag. 1.

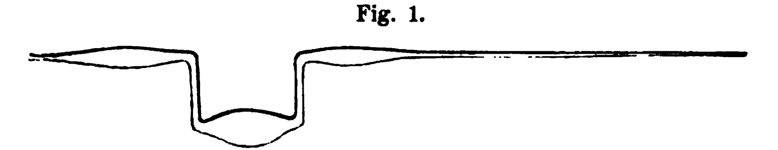
auf der Oberfläche verdichtet und weil andererseits sich aus der Luft an den inneren Wänden der kalten Röhre etwas Wasserdampf condensirt; darin liegt auch der Grund, dass die auf dem angegebenen Wege dargestellte Untersalpetersäure stets Spuren ihrer Zersetzungsproducte mit Wasser enthält und von der salpetrigen Säure grün gefärbt ist.

Um die Untersalpetersäure vom Chlorsilber zu trennen, wurde die zugeschmolzene Glasröhre eingekühlt, hierauf die Spitze abgekneipt und dann, durch sehr gelindes Erwärmen, die Untersalpetersäure in entsprechende Vorlagen abdestillirt [1], welche mit Eis gekühlt waren.

Das Destillat zeigte die Eigenschaften der Untersalpetersäure, nur war es, wie bereits erwähnt, durch die in der angegebenen Weise entstandene geringe Menge salpetriger Säure grünlich gefärbt; es wurden davon mehrere Stickstoffbestimmungen ausgeführt. Die Methode, deren ich mich dabei bediente, war folgende:

Die Untersalpetersäure wurde zunächst in ein Glasgefäss von der durch Fig. 1 dargestellten Form gebracht und, nachdem die Luft in demselben durch den Dampf der Untersalpetersäure

Fig. 1.

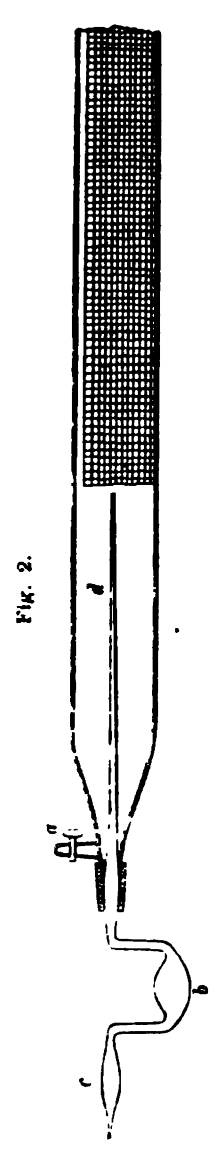


möglichst verdrängt worden war, die offenen Enden zugeschmolzen und das Ganze gewogen.

Die Zerlegung erfolgte in einer Verbrennungsröhre, welche ihrer ganzen Länge nach mit spiralförmig zusammengerolltem Kupferdrathnetz ausgefüllt war; an das eine Ende der Verbrennungsröhre war, seitlich, ein Geissler'scher Hahn angeschmolzen und mit diesem war ein continuirlicher Kohlensäureapparat in Verbindung; in das mit diesem Hahne versehene

[1] Um die einzelnen Theile der Apparate bei den Versuchen luftdicht mit einander zu verbinden, bediente ich mich, mit Vortheil, der innen mit Platinblech ausgekleideten Verschlussstücke, welche von E. Ludwig (Ber. d. deutsch. chem. Gesellsch. 1868, pag. 232) beschrieben wurden.

engere Ende der Verbrennungsröhre wurde das lange, am Ende äusserst dünn ausgezogene Capillarrohr des mit der zu analysirenden Substanz gefüllten Gefässes eingeschoben, und mittelst Platinblech und Kautschukrohr ein dichter Verschluss hergestellt. Fig. 2 zeigt die ganze Anordnung:


Fig. 2.

Nachdem durch die bei *a* eingeleitete Kohlensäure alle Luft aus dem Apparate verdrängt und die Verbrennungsröhre zur Rothgluth erhitzt war, wurde das, vorher durch einen Feilstrich geritzte Ende *d* des Gefässes *bcd* durch leichtes Andrücken an die Wand der Verbrennungsröhre zerbrochen, so dass die Untersalpetersäure als Dampf in die Verbrennungsröhre gelangen konnte; der Kohlensäurestrom wurde gleichmässig unterhalten und durch Berühren von *b* mit der Hand wurde die Substanz allmälig zum Verdampfen gebracht. Zum Schlusse wurde über *c* ein Kautschukschlauch geschoben, der mit einem zweiten Kohlensäureapparat in Verbindung war, das feine, ebenfalls vorher eingefeilte Röhrenende im Schlauche abgebrochen und so die letzte Spur von Untersalpetersäuredampf durch Kohlensäure verdrängt. Die Zerlegung der Untersalpetersäure durch das erhitzte metallische Kupfer erfolgte sehr rasch; nur ein sehr kleines Stück des Drathnetzes war am Ende jeder Analyse oxydirt, während der bei weitem grösste Theil vollkommen metallisch glänzend blieb.

Die Resultate der Stickstoffbestimmungen sind:

I. 0·1695 Grm. Substanz gaben 47 CC. feuchten Stickstoff bei 20° C. und 750 Mm. Barometerstand.

II. 0·1153 Grm. Substanz gaben 32·5 CC. feuchten Stickstoff bei 20° C. und 742 Mm. Barometerstand.

Der Stickstoffgehalt der reinen Untersalpetersäure berechnet sich mit 30·4%; die Resultate der Analysen ergeben: I. 31·2% und II. 31·3%; der durch die Analysen gefundene höhere Stickstoffgehalt findet in dem Umstande seine Erklärung, dass das Präparat stets mit etwas Salpetrigsäureanhydrid verunreinigt war.

Nachdem einerseits, wie schon längst bekannt, die Untersalpetersäure beim Zerlegen mit Wasser, Salpetersäure und salpetrige Säure liefert, andererseits sich bei der Reaction zwischen dem Chlorid der Salpetersäure und salpetrigsaurem Silber bildet, so muss diese Verbindung wohl unbedingt als das intermediäre Anhydrid der Salpetersäure und der salpetrigen Säure betrachtet werden und es wird die genetische Beziehung der Untersalpetersäure zur salpetrigen und Salpetersäure durch die folgende Gleichung ausgedrückt:

$$NO_3H + NO_2H - H_2O = N_2O_4.$$

SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

LXV. Band.

ZWEITE ABTHEILUNG.

4.

Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Mathematik, Physik, Chemie, Mechanik, Meteorologie und Astronomie.

X. SITZUNG VOM 11. APRIL 1872.

Herr Hofrath Dr. E. Brücke übermittelt eine Abhandlung, betitelt: „Studien über die Kohlenhydrate und über die Art, wie sie verdaut und aufgesaugt werden."

Herr Prof. A. Toepler in Graz übersendet eine für den „Anzeiger" bestimmte „vorläufige Bemerkung über eine verallgemeinerte Zerlegung der schwingenden Bewegung in periodische Componenten."

Herr Regrth. Dr. C. v. Littrow überreicht eine für die Denkschriften bestimmte Abhandlung, betitelt: „Bericht über die von den Herren Dir. C. Bruhns, Dir. W. Förster und Prof. E. Weiss ausgeführten Bestimmungen der Meridiandifferenzen Berlin—Wien—Leipzig."

Herr Dr. A. Schrauf legt die IV. Reihe seiner „Mineralogischen Beobachtungen" vor.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Anstalt, Königl. ungar. geologische: Mittheilungen. I. Band 1. Heft. Pest, 1872; kl. 4°. — Évkönyvé. I. Kötet. 1871; II. Kötet, 1. füzet. Pest, 1872; kl. 4°.

Apotheker-Verein, allgem. österr.: Zeitschrift. 10. Jahrgang, Nr. 9—11. Wien, 1872; 8°.

Astronomische Nachrichten. Nr. 1881—1882. (Bd. 79, 9—10.) Altona, 1872; 4°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXIV, Nrs. 11—13. Paris, 1872; 4°.

Gesellschaft, Astronomische, zu Leipzig: Vierteljahrsschrift. VII. Jahrgang, 1. Heft. Leipzig, 1872; 8°.

— geographische, in Wien: Mittheilungen. Band XV (neuer Folge V.), Nr. 3. Wien, 1872; 8°.

— österr., für Meteorologie: Zeitschrift. VII. Band, Nr. 6. Wien, 1872; 4°.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXXIII. Jahrgang, Nr. 12—15. Wien, 1872; 4°.

Isis: Sitzungs-Berichte. Jahrgang 1871, Nr. 10—12. Dresden, 1872; 8°.

Istituto, R., Veneto di Scienze, Lettere ed Arti: Atti. Tomo I^a, Serie IV^a, Disp. 3^a. Venezia, 1871—72; 8^0.

Journal für praktische Chemie, von H. Kolbe. N. F. Bd. V, 3. & 4. Heft. Leipzig, 1872; 8^0.

Landbote, Der steirische. 5. Jahrgang, Nr. 7. Graz, 1872; 4^0.

Landwirthschafts-Gesellschaft, k. k., in Wien: Verhandlungen & Mittheilungen. Jahrg. 1872, Nr. 7—8. Wien; 8^0.

Lotos. XXII. Jahrgang. Februar & März 1872. Prag; 8^0.

Memorial de Ingenieros. Tomo XXV—XXVI. Madrid, 1870—1871; 8^0.

Moniteur scientifique par Quesneville. 363e Livraison. Année 1872. Paris; 4^0.

Museum of Comparative Zoology, at Harvard College, in Cambridge: Annual Report for 1870. Boston, 1871; 8^0. — Bulletin. Vol. III, Nr. 1. 8^0.

Nature. Nrs. 125—127, Vol. V. London, 1872; 4^0.

Observations, Astronomical and Meteorological, made at the United States Naval Observatory during the Year 1868. Washington, 1871; 4^0.

Osservatorio del R. Collegio Carlo Alberto in Moncalieri: Bullettino meteorologico. Vol. VI, Nr. 3. Torino, 1871; 4^0.

Reichsanstalt, k. k. geologische: Verhandlungen. Jahrgang 1872, Nr. 5. Wien; 4^0.

„Revue politique et littéraire“ et „La Revue scientifique de la France et de l'étranger. Ire Année (2e série), Nrs. 39—41. Paris & Bruxelles, 1872; 4^0.

Société Impériale de Médecine de Constantinople: Gazette médicale d'orient. XVe Année, Nrs. 11—12. Constantinople, 1872; 4^0.

Society, The Royal Geographical, of London: Proceedings. Vol. XV, Nr. 5; Vol. XVI, Nr. 1. London, 1871; 8^0.

— The American Philosophical, at Philadelphia: Proceedings. Vol. XII, Nr. 86. Philadelphia, 1871; 8^0.

Verein, naturwiss., in Hamburg: Abhandlungen. V. Band, 2. Abth. Hamburg, 1871; 4^0. — Übersicht der Ämter-Vertheilung und wissenschaftlichen Thätigkeit in den Jahren 1869 & 1870. 4^0.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXII. Jahrgang, Nr. 12—14. Wien, 1872; 4^0.

Zeitschrift für Chemie, von Beilstein, Fittig & Hübner. XIV. Jahrgang. N. F. VII. Band, 18. Heft. Leipzig, 1871; 8^0.

Notiz über absolute Intensität und Absorption des Lichtes.

Von Dr. **Alois Handl,**
k. k. Universitäts-Professor in Lemberg.

(Vorgelegt in der Sitzung am 14. März 1872.)

Bei den Messungen über die Intensität des Lichtes kommt immer der Umstand wesentlich zur Geltung, dass die von den Ätherwellen erzeugten Wirkungen ihrer Stärke nach nicht nur Functionen der Ätherwellen selbst sind, sondern auch von der Beschaffenheit derjenigen Körper abhängen, in und an welchen diese Wirkungen stattfinden. So z. B. sind die Wärmewirkungen, die eigentliche Lichtwirkung (auf das Auge) und die chemischen Wirkungen zwar einander proportional, solange sie von einer einzigen homogenen Ätherwelle hervorgerufen werden; scheinen aber gar nicht mehr in einer deutlichen Beziehung zu einander zu stehen, sobald man die durch gemischte Strahlen oder durch solche von verschiedener Farbe hervorgebrachten Effecte dieser drei verschiedenen Arten mit einander zu vergleichen sucht. Es ist daher mit besonderen Schwierigkeiten verbunden, die absoluten Intensitäten verschiedenfarbiger Strahlen durch Beobachtungen mit einander zu vergleichen; unter absoluter Intensität der Strahlen jene Beschaffenheit derselben verstanden, von welcher die Stärke ihrer Wirkungen ohne Rücksicht auf die Eigenschaften des Körpers, in welchem diese auftreten, abhängig ist.

Ich habe auch nicht die Absicht, jetzt auf eine Vergleichung und Messung der absoluten Intensitäten näher einzugehen; wenn ich dennoch einige Worte darüber sage, so geschieht dies, um eine einfache Erklärung der Absorptionserscheinungen in verschiedenen Mitteln daraus abzuleiten.

Die absolute Intensität einer Ätherwelle kann nichts anderes sein, als die von den gesammten schwingenden Theilchen derselben repräsentirte mittlere Arbeitsfähigkeit, und diese ist propor-

tional der zweiten Potenz der grössten, von jedem schwingenden Theilchen periodisch erlangten Geschwindigkeit (v, Vibrationsintensität). Erlauben wir uns, den Proportionalitätsfactor $= 1$ zu setzen, so wird die absolute Intensität eines Strahles $J = v^2 = a^2 . k$ sein, wenn unter a die Schwingungsamplitude, unter k der Elasticitätsmodul für die der Betrachtung unterzogene Schwingungsart verstanden wird. Bei den sonst in der Optik gebräuchlichen Intensitätsvergleichungen wird k als Constante behandelt, und die Lichtstärke nur der zweiten Potenz der Amplitude proportional gesetzt; streng genommen ist aber das k nur dann constant, wenn ein einziger Punkt des betrachteten Mittels in Folge der durch seine Verschiebung erregten Elasticitätskräfte in Schwingungen geräth. Mit der Unveränderlichkeit des Werthes von k ist ja auch die Unveränderlichkeit der Schwingungsdauer $T = \left(\frac{2\pi}{\sqrt{k}}\right)$ verbunden; gehört aber der schwingende Punkt zu einer einfachen Welle von der Länge λ, so ist der bei den Schwingungen massgebende Elasticitätscoëfficient selbst eine Function der Wellenlänge, welche sich in der Form

$$k = \frac{A}{\lambda^2}\left(1 - \frac{B}{\lambda^2} + \frac{C}{\lambda^4} + \ldots\right)$$

darstellen lässt, wie sehr leicht nachgewiesen werden kann.

Sind die Wellenlängen im Verhältniss zu den constanten $B, C \ldots$ hinreichend gross, so dass die späteren Glieder des eingeklammerten Ausdruckes alle vernachlässigt werden können (was der Vernachlässigung der Farbendispersion entspricht), so erhält man für die absolute Intensität den Ausdruck

$$J = \frac{a^2 . A}{\lambda^2},$$

behält man aber den vollkommenen Werth für k bei, so wird

$$J = \frac{a^2}{\lambda^2} \cdot A \cdot \left(1 - \frac{B}{\lambda^2} + \frac{C}{\lambda^4} + \ldots\right); \qquad \text{(I)}$$

die absolute Intensität verschiedenfarbiger Strahlen ist also, gleiche Schwingungsweiten in allen vorausgesetzt, in erster An-

näherung den zweiten Potenzen der Wellenlängen verkehrt proportional, vom rothen zum violetten Ende des Spectrums und darüber hinaus fortwährend wachsend, genauer aber durch die Formel (I) gegeben; wobei es vorderhand ziemlich gleichgiltig ist, wie viele Glieder des nach fallenden Potenzen von λ geordneten, eingeklammerten Factors berücksichtiget werden müssen. Wenn auch das dritte und die folgenden bereits verschwinden, so bleibt uns

$$\left(1 - \frac{B}{\lambda^2}\right)$$

übrig, und es ist möglich, dass der letztere Ausdruck $= 0$, $\lambda^2 = B$ werde; müssen mehr Glieder jener Reihe angewendet werden, so wird es sogar mehrere λ geben, welche diesen Factor verschwinden machen. Die Intensität gewisser Wellenlängen kann also durch die Werthe der constanten des Mittels, durch die moleculare Beschaffenheit desselben vernichtet werden und dies kann die Ursache der sogenannten auswählenden Absorption des Lichtes in verschiedenen Mitteln sein, denn es ist klar, dass die einmal verlorene lebendige Kraft der Ätherschwingungen von einer gewissen Wellenlänge (Farbe) nicht mehr restituirt werden kann.

Das Entstehen von Absorptionslinien in grösserer Anzahl in den Gasen oder breiter continuirlicher dunkler Bänder in den Spectris des durch feste und flüssige Körper gegangenen Lichtes dürfte nun in folgender Weise zu erklären sein: Der Äther im Inneren eines Körpers kann keineswegs als eine homogene Masse betrachtet werden, sondern er ist in der Nähe der Molecüle und Atome stark verdichtet, in den grösseren Zwischenräumen derselben dünner und freier; enthält der Körper Molecüle und Atome verschiedener Art, so kann auch die Beschaffenheit der Ätherhüllen an verschiedenen Seiten der Molecüle oder an verschiedenen Stellen ihres inneren verschieden sein; für die Lichtwellen verhalten sich diese verschiedenen Partien des Äthers wie ebensoviele Schichten von absorbirenden Mitteln, deren jedes einzelne einer bestimmten Wellenlänge den Durchgang verwehrt. Das durch einen solchen Körper gehende Licht wird also aller jener Farben beraubt, welche in einer der im Innern dieses

Körpers vorhandenen Ätherpartien nach Formel (I) ausgelöscht werden. Dass bei wachsender Dicke oder Dichte des durchsichtigen Körpers die Zahl der absorbirten Farben eine grössere wird, ist dadurch zu erklären: Damit eine bestimmte Wellenlänge durch den Körper gar nicht hindurchgehen könne, ist es nöthig, dass die für diese Wellenlänge undurchdringlichen Partien des Äthers, wenn sie auf eine gegen die Richtung der durchgehenden Strahlen senkrechte Ebene projicirt werden, diese wenigstens vollständig bedecken, was nach den Gesetzen grosser Zahlen immer unter denselben Umständen mit Ausschluss jeder Zufälligkeit wiederkehrt.

Auch der Umstand, dass in Gasen die Absorption auf einzelne Wellenlängen sich beschränkt, während sie sich in festen und flüssigen Körpern auf breite Bänder im Spectrum erstreckt, kann etwa folgendermassen gedeutet werden:

In Gasen sind die Zwischenräume zwischen den einzelnen Molecülen verhältnissmässig gross, die den letzteren angehörigen Ätherhüllen daher gewissermassen vollständig entwickelt und abgeschlossen; in festen und flüssigen Körpern dagegen, wo die Molecüle viel näher an einander liegen, greifen auch deren Ätherhüllen in einander, so dass eine grössere Mannigfaltigkeit und ein Wechsel von Übergängen in den Dichtigkeiten und Elasticitäten der einzelnen Ätherpartien dadurch herbeigeführt wird, welche die Ausdehnung der Absorption auf eine continuirliche Folge von Wellenlängen bedingen können. Es sind dies nur vorläufige Andeutungen, welche durch ein näheres Eingehen in diese Idee vielleicht eine gründlichere Bestätigung ihrer Richtigkeit und weitere Folgerungen daraus zu Tage zu fördern geeignet sein werden. Es ist klar, dass zwischen dieser Erklärung der Absorptionserscheinungen aus dem allgemeinen Ausdrucke für die absolute Intensität des Lichtes und zwischen den Dispersionsconstanten der Körper ein gewisser Zusammenhang bestehen muss, dessen Erörterung vorläufig dahingestellt bleiben mag.

Über Fourier'sche Integrale und Analogien derselben.

Von Hermann Frombeck,
stud. phil.

Das Studium der rein analytischen Partien der Integralrechnung, die Untersuchungen über geschlossene Integrationen, über die Fourier'schen Integrale und ihre Analogien, besonders aber die Erforschung der überall durchgreifenden Transcendenten der Integralrechnung setzt die Zweifellosigkeit zweier nicht genug scharf hervorzuhebender Sätze voraus, welche wir als die Äquivalenz des Unendlichkleinen, sowie des Unendlichgrossen bezeichnen. Die Nothwendigkeit der Annahme derselben erhellt genügend aus der Thatsache, dass berechtigte Folgerungen aus jenen eben genannten Disciplinen nur durch ihre Hilfe mit dem Grundbegriffe des bestimmten Integrales in Einklang zu bringen sind; ja es besitzt eine solche indirecte Überlegung mehr überzeugende Kraft als die directe Beweisführung, weil die Kürze der letzteren den Verdacht einer dogmatischen Festsetzung immer wachrufen muss. Wir drücken die Äquivalenz des independent Unendlichkleinen in der Gleichung aus

$$\mathrm{Lim}\,\frac{\Delta x_p}{\Delta x_q} = \frac{dx_p}{dx_q} = 1\,, \tag{1}$$

welche in der vorliegenden Form zunächst zweierlei besagt. Es bezeichnet dx_p den unendlich kleinen Zuwachs der unabhängig Veränderlichen x an der Stelle $x = x_p$; die Gleichung enthält in diesem Sinne nichts weiter als die Grundlage der Integralrechnung, die gegenseitige Vertauschbarkeit beliebiger Grenzzuwächse im Änderungsbereiche der unabhängig Veränderlichen, die überall gleiche Geltung des Differentiales in demselben oder überhaupt

$$\frac{dx}{dx} = 1, \tag{2}$$

d. h. sie reducirt sich auf die allgemeine Definition des Moduls der Multiplication (1), übertragen auf den Fall des indenpedent Unendlichkleinen. Man kann statt (1) wohl auch $dx_p = dx_q$ substituiren; die Gleichung (2) würde bei der Schreibweise $dx = dx$ oder $dx - dx = 0$ ihre eigentliche Bedeutung einbüssen. Es mag bemerkt werden, dass ohne die Voraussetzung der Richtigkeit der Annahme $\frac{dx}{dx} = 1$ die Identität

$$\text{Lim}\,\frac{\varphi(a + \delta)}{\psi(a + \varepsilon)} = \frac{\varphi(a + dx)}{\psi(a + dx)} = \frac{\varphi'(a)}{\psi'(a)} \tag{3}$$

für $\varphi(a) = \psi(a) = 0$ eine fragliche wird; dieselbe sei in der vorliegenden allein giltigen strengen Fassung nur erwähnt, um auf sie sogleich einen Schluss in Betreff der sogenannten discontinuirlichen Integrale stützen zu können. In dem Falle einer Unterbrechung der Continuität des Differentialfactors innerhalb des Integrationsintervalles gilt bekanntlich die Formel

$$\int_a^b f(x)\,dx = F(b) - F(a) - \text{Lim}\,[F(k + \delta) - F(k - \varepsilon)];$$

wegen $\text{Lim}\,F(k + \delta) = F(k + \text{Lim}\,\delta)$ und $\text{Lim}\,\delta = \text{Lim}\,\varepsilon = dx$ ist hienach

$$\int_a^b f(x)\,dx = F(b) - F(a) - [F(k + dx) - F(k - dx)] \tag{4}$$

die neue Form der Discontinuitätsgleichung, wie sie aus dem Begriffe des bestimmten Integrales mit Nothwendigkeit hervorgeht. Es ist demgemäss die Definition des Hauptwerthes eines discontinuirlichen Integrales die einzig annehmbare und richtige Definition des letzteren selbst.

Beispielsweise möge $f(x) = \frac{1}{x}$ und $\int_{-b}^{+b} \frac{dx}{x}$ bestimmt werden; die Formel (4) gibt



$$2\int_{-b}^{+b}\frac{dx}{x} = lb^2 - l(-b)^2 - l(0+dx)^2 + l(0-dx)^2 =$$

$$= 2l\frac{dx}{dx} = 2l1 = 0.$$

Nach der Definition des bestimmten Integrales ist an der Stelle $x = 0$ ein erst zu bestimmender Werth $0.\infty$ oder $\frac{0}{0}$ in die Summirung einzubeziehen; derselbe kann nach (3) nur $\frac{dx}{0 - dx}$ oder $\frac{dx}{0 + dx}$, d. h. er kann nur $-\frac{dx}{dx}$ und $+\frac{dx}{dx}$ oder $-1 + 1 = 0$ sein. Ebenso ist weiter

$$\frac{dx}{0 - 2dx} + \frac{dx}{0 + 2dx} = -\tfrac{1}{2} + \tfrac{1}{2} = 0,$$

so dass stets im negativen Integrationsbereich ein entsprechender Werth des positiven Bereiches liegt, der sich mit diesem zu Null reducirt. Wie die Summe aller negativen Werthe

$$-(1 + \tfrac{1}{2} + \tfrac{1}{3} + \ldots \text{ in inf.})$$

und die ähnliche der positiven Werthe trotz ihrer Divergenz sich gegenseitig tilgen können, wird später bei der Äquivalenz des Unendlichgrossen dargelegt werden; hier musste das Illusorische der Annahme eines unbestimmten (i. e. unbestimmbaren) Werthes $0.\infty$ oder $\frac{0}{0}$ ohne genaue Präcisirung des Begriffes aus der Natur sich ändernder Functionen besonders betont werden. Nehmen wir (2) $f(x) = \frac{1}{1 - x^2}$ und bestimmen $\int_0^\infty \frac{dx}{1 - x^2}$, so haben wir

$$F(x) = \frac{1}{4}\, l\left\{\left(\frac{1 - x}{1 + x}\right)^2\right\},$$

daher

$$4\int_0^\infty \frac{dx}{1 - x^2} = l\left(\frac{1 - \infty}{1 + \infty}\right)^2 - l1 - l\left(\frac{1 - 1 - dx}{1 + 1 + dx}\right)^2$$

$$+ l\left(\frac{1 - 1 + dx}{1 + 1 - dx}\right)^2 = 2l\frac{dx}{dx} = 2l1 = 0.$$

Die Lehre von den Fourier'schen Integralen und ihren Analogien bestätigt dieses Resultat, indem sie unter Berücksichtigung sämmtlicher Beschränkungen die Formel ableitet

$$\int_0^\infty \frac{\cos bx}{a^2 - x^2}\, dx = \frac{\pi}{2a} \sin ab;$$

sie benützt in derselben Weise, ohne einen Fehler zuzulassen, die allgemeinere Beziehung

$$\int_0^\infty \frac{x^{\mu-1}}{1 - x^\nu}\, dx = \frac{\pi}{\nu} \cot \frac{\mu}{\nu} \pi; \quad \mu < \nu. —$$

Die Discontinuitätsformel (4) ist mit der folgenden identisch

$$\int_a^b f(x)\, dx = \int_a^{k-0} f(x)\, dx + \int_{k+0}^b f(x)\, dx,$$

worin der Kürze wegen 0 für dx eingeführt ist. In dieser Gestalt erlaubt sie, wie unmittelbar einleuchtend, die Anwendung sämmtlicher Hilfsmittel zur Transformation der Integrale, unter diesen in erster Reihe die Substitution neuer Variabeln. So ist z. B.

$$\int_{-a}^{+a} \frac{dx}{x} = \int_{-a}^0 \frac{dx}{x} + \int_0^{+a} \frac{dx}{x} = \int_0^a \frac{dx}{x} - \int_0^a \frac{dx}{x},$$

wenn im ersten Integrale x durch $-x$ ersetzt wird; ebenso hat man

$$\int_0^\infty \frac{dx}{1 - x^2} = \int_0^1 \frac{dx}{1 - x^2} + \int_1^\infty \frac{dx}{1 - x^2} = \int_0^1 \frac{dx}{1 - x^2} - \int_0^1 \frac{dx}{1 - x^2}$$

bei Substitution der Function $\frac{1}{x}$ für x im zweiten Integrale. Man erhält auf diesem Wege Differenzen divergenter Integrale von gleicher Beschaffenheit, da man

$$\int_0^a \frac{dx}{x} = 1 + \tfrac{1}{2} + \tfrac{1}{3} + \ldots \text{ in inf.},$$

$$\int_0^1 \frac{dx}{1-x^2} = 1 + \tfrac{1}{3} + \tfrac{1}{5} + \ldots \text{ in inf.}$$

findet; es frägt sich, welchen Werth diese Differenzen, die anscheinend von der unbestimmten Form $\infty - \infty$ sind, annehmen. Unter der Annahme des Satzes von der Äquivalenz des Unendlichkleinen als eines nothwendigen Principes der Integralrechnung erhielten wir für die Integrale linker Hand gleichmässig die Null: dasselbe muss folgerichtig mit den Differenzen rechter Hand der Fall sein; d. h. es ist

$$\int_0^a \frac{dx}{x} - \int_0^a \frac{dx}{x} = 0,$$

$$\int_0^1 \frac{dx}{1-x^2} - \int_0^1 \frac{dx}{1-x^2} = 0.$$

Wir nennen diese hier auftretende Erscheinung der vollkommenen Bestimmtheit zweier Ausdrücke $\infty - \infty$ die Äquivalenz des formgleichen Unendlichgrossen, die aus der Äquivalenz des indenpedent Unendlichkleinen mit Nothwendigkeit entspringt und wollen mit dieser neuen Bezeichnung nur eine praktischwichtige Specialisirung der Definition des Moduls der Addition (0), bezogen auf die formale Identität zweier Divergenzen hervorheben. Bezeichnen wir eine solche Divergenz mit $[\infty]$, so haben wir

$$[\infty] - [\infty] = 0, \tag{5}$$

eine Formel, deren vollkommenes Verständniss einige wesentliche ergänzende Bemerkungen erfordert.

Der Ausdruck formal-identisch ist an sich klar. Formal gleich ist nur formal Bestimmtes. Es ist die Reihe

$$1 + \tfrac{1}{2} + \tfrac{1}{3} + \ldots \text{ in inf.}$$

der unbestimmte Ausdruck, unter den sich eine grosse Anzahl

bestimmter Operationen u. A. $\int_0^a \frac{dx}{x}$, $\int_0^c \frac{e^{-ax}\cos bx}{x}\,dx$, wo a, b und c willkürlich sind, subsummirt. Man mag diesen unbestimmten Ausdruck als Typus einer besondern Classe von Integrationen, Reihenentwicklungen etc. betrachten und benennen; unterscheide denselben jedoch sorgfältig von dem Modul (der Norm) dieser Classe, worüber alsbald das Nöthige folgt. Man darf nun zwei Reihen $1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \ldots$ nur dann als äquivalent im Sinne von (5) betrachten, wenn man weiss, dass sie dieselben formal bestimmten Operationen vertreten. Ebenso sind weder $\int_0^a \frac{dx}{x}$ und $\int_0^b \frac{dx}{x}$, noch $\int_0^\infty \frac{e^{-ax}}{x}\,dx$ und $\int_0^\infty \frac{e^{-bx}}{x}\,dx$ äquivalent. Ein zweiter Punkt, der ausdrücklich erwähnt zu werden verdient, betrifft den Ausdruck der Äquivalenz (5). Gerade wie $dx - dx = 0$ an Stelle von $\frac{dx}{dx} = 1$ bedeutungslos wird, ist es mit dem Ausdruck $\frac{\infty}{\infty} = 1$ an Stelle von (5) der Fall. Die Bedingung formaler Identität fällt in $\frac{\infty}{\infty} = 1$ ganz hinweg, wie in $dx - dx = 0$ die der Indepedenz des dx, wie sattsam bekannt ist, indem

$$\frac{\int_0^a \frac{dx}{x}}{\int_0^a \frac{dx}{x}}, \quad \frac{\int_0^\infty \frac{e^{-ax}\cos bx}{x}\,dx}{\int_0^\infty \frac{e^{-cx}\cos dx}{x}\,dx} \quad \text{etc.}$$

ohne Unterschied und ohne Gefahr eines Fehlers der Einheit gleichgesetzt werden dürfen.

So ist z. B.

$$\frac{\int_0^\infty \frac{e^{-ax}\cos bx}{x}\,dx}{\int_0^\infty \frac{e^{-cx}\cos dx}{x}\,dx} = \frac{\int_0^\infty \frac{1}{x}\,dx - C - \frac{1}{2}\,l(a^2 + b^2)}{\int_0^\infty \frac{1}{x}\,dx - C - \frac{1}{2}\,l(c^2 + d^2)} \doteq 1,$$

siehe unten.

Der Grund hievon ist einfach der, dass alle formal bestimmten Operationen, welche sich unter einem unbestimmten Typus (etwa $1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \ldots$) zu bezeichnen als „logarithmische Divergenz“ vereinigen, nur durch endliche Werthe (Constanten, Functionen) von einander verschieden sind. Sind die Operationen formal-identisch, so wird die Constante der Nulle gleich.

Sind nunmehr die Operationen nicht identisch, aber wenigstens verwandt, so sind jene Constanten und Functionen nicht nur endlich, sondern vollkommen bestimmte Ausdrücke in den Constanten jener Operationen. Der Theil jener Lehre von den geschlossenen Integrationen, der auf der Elimination der Divergenz der Integrale längs eines Contours mit mehreren Divergenzpunkten beruht und welcher an und für sich die Äquivalenz des Unendlichgrossen zur unabweisbaren Voraussetzung hat, liefert zu derselben eine sehr wesentliche Erweiterung. Es existirt, so zeigt er, für jede selbstständige Classe von Operationen (u. A. z. B. Integrationen mit gemeinschaftlichem Divergenzfactor) ein gemeinsamer Modul, auf welchen sich dieselben in jedem Falle durch Hinzufügen endlicher bestimmter Ausdrücke zurückführen lassen. Die Integration der Functionen

$$\frac{e^{-(x+iy)}}{x+iy} \quad \text{und} \quad \frac{e^{-(x+iy)}}{x-iy},$$

nach $x+iy$ und $x-iy$ längs eines Rechteckes mit den Seiten $a=\infty$ und bi lehrt die Gleichheit der Integrale

$$\int_0^\infty \frac{e^{-x}}{x}\,dx \quad \text{und} \quad \int_0^\infty \frac{\cos x}{x}\,dx;$$

die Analogien der Fourier'schen Integrale liefern hiezu die Erklärung dieser Gleichheit mittelst der allgemeinen Formel

$$\int_0^\infty \frac{e^{-ax}\cos bx}{x}\,dx = \int_{\sqrt{a^2+b^2}}^\infty \frac{dx}{x} = \int_0^{\sqrt{a^2+b}} \frac{dx}{x}$$

$$= \int_0^\infty \frac{dx}{x} - C - \frac{1}{2} l(a^2+b^2),\; a \geqq 0,\; -\infty \leqq b \leqq +\infty,\; a^2+b^2 > 0,$$

womit als Modul für den Divergenzfactor $\frac{1}{x}$ das Integral $\int_0^{\infty} \frac{dx}{x}$ gegeben wird. Die Constante $-C - \frac{1}{2} l(a^2 + b^2)$ nennen wir den Hauptwerth der links befindlichen identischen Integrale und bezeichnen denselben mit

$$\int_{(0)}^{(\infty)} \frac{e^{-ax} \cos bx}{x} dx \quad \text{und} \quad \int_{(\sqrt{a^2+b^2})}^{(\infty)} \frac{dx}{x}, \int_{(0)}^{(\sqrt{a^2+b^2})} \frac{dx}{x}.$$

Diese Bezeichnung lässt sich, wenn $\varphi(x)$ den Divergenzfactor eines Differentiales $\varphi(x) F(x) dx$ darstellt, zu $\int_{(x_0)}^{(x_1)} \varphi(x) F(x) dx$ erweitern; unter Benützung des Moduls zu $\varphi(x) J_m$ besteht die Gleichung

$$\int_{x_0}^{x_1} F(x) \varphi(x) dx = J_m + \int_{(x_0)}^{(x_1)} F(x) \varphi(x) dx.$$

Eine letzte Verallgemeinerung, zu welcher die Gleichung (5) anregt, ist nun die Einführung eines Aggregates theils positiver theils negativer Functionen $F(x) \varphi(x)$ in die vorstehende Modularformel. Da nach dem Äquivalenzsatze an Stelle von

$$\Sigma \int_{x_0}^{x_1} F_p(x) \varphi(x) dx \quad \text{auch} \quad \int_{x_0}^{x_1} \Sigma [F_p(x) \varphi(x)] dx$$

oder

$$\int_{x_0}^{x_1} \varphi(x) \Sigma [F_p(x)] dx,$$

wenn allen Functionen $F(x)$ derselbe Divergenzfactor beigefügt ist, treten darf, so lautet die neue Gleichung

$$\int_{x_0}^{x_1} \varphi(x) \Sigma [F_p(x)] dx = \Sigma [J_m] + \Sigma \int_{(x_0)}^{(x_1)} \varphi(x) F_p(x) dx,$$

welche für $\Sigma_0 [J_m] = 0$ in

$$\int_{x_0}^{x_1} \varphi(x) \Sigma_0 [F_p(x)]\, dx = \Sigma_0 \int_{(x_0)}^{(x_1)} \varphi(x) F_p(x)\, dx \quad (6)$$

übergeht. Das öfter angeführte Beispiel

$$\varphi(x) = \frac{1}{x}, \quad F(x) = e^{-px} \cos qx$$

$$x_0 = 0, \quad x_1 = \infty,$$

möge die eben angedeutete Auffassung der Integration eines continuirlichen Aggregates divergenter Functionen $F(x)\varphi(x)$ erläutern. Indem wir blos eine Differenz

$$\frac{e^{-px} \cos qx - e^{-rx} \cos sx}{x}$$

in's Auge fassen, erhalten wir wegen

$$\int_{(0)}^{(\infty)} \frac{e^{-px} \cos qx}{x}\, dx = -C - \frac{1}{2} l(p^2 + q^2),$$

$$\int_{(0)}^{(\infty)} \frac{e^{-rx} \cos sx}{x}\, dx = -C - \frac{1}{2} l(r^2 + s^2)$$

sogleich die bekannte Integralformel

$$\int_0^\infty \frac{e^{-px} \cos qx - e^{-rx} \cos sx}{x}\, dx = \frac{1}{2} l \frac{r^2 + s^2}{p^2 + q^2}.$$

Es war nothwendig, gegenwärtig einige Resultate aus dem Folgenden zu anticipiren, um hiemit den beiden Grundsätzen von der Äquivalenz des Unendlichkleinen und Unendlichgrossen jenen Grad von Durchsichtigkeit und Festigkeit zu verleihen, ohne welche dieselben von keiner überzeugenden Wirkung auf die Folgenden sowohl als auf irgend welche rein analytischen Entwicklungen sein können.

Die Theorie der Fourier'schen Doppelintegrale fusst auf den Formeln

$$\left.\begin{aligned}\operatorname{Lim}\int_{\alpha}^{\beta}\frac{\sin\mu\vartheta}{\vartheta}F(\vartheta)\,d\vartheta&=0,\\ \operatorname{Lim}\int_{\alpha}^{\beta}\frac{\sin\mu\vartheta}{\vartheta}F(\vartheta)\,d\vartheta&=\frac{\pi}{2}F(0),\end{aligned}\right\}\mu=\infty$$

$$\beta>\alpha\geqq 0,$$

welche blos die unendliche Discontinuität der Function $F(\vartheta)$ zwischen α und β ausschliessen. Fragt man nach der Bedeutung des analogen Integrales mit dem Factor $\cos\mu\vartheta$, so ist die Antwort hierauf vermöge der Beziehung

$$2\cos\mu\vartheta\sin\vartheta=\sin(\mu+1)\vartheta-\sin(\mu-1)\vartheta$$

und bei der Willkürlichkeit des unendlich anwachsenden μ leicht zu geben; sie lautet

$$\operatorname{Lim}\int_{\alpha}^{\beta}\frac{\cos\mu\vartheta}{\vartheta}F(\vartheta)\,d\vartheta=0 \tag{1}$$

für alle reellen α und β sowohl, wie für irgend welche beliebige Functionen $F(\vartheta)$. Es ist jenes Integral gleich $a-a$, das Differential einer willkürlichen Function nach μ, daher auch im Falle $a=\infty$ für die gewöhnlichen Anwendungen geradezu und constant gleich Null. Wir werden dieses Resultat in der Form

$$\operatorname{Lim}2\int_{\alpha}^{\beta}\frac{\sin^2\mu\vartheta}{\vartheta}F(\vartheta)\,d\vartheta=\int_{\alpha}^{\beta}\frac{F(\vartheta)}{\vartheta}\,d\vartheta \tag{2}$$

den folgenden Betrachtungen zu Grunde legen. Bestätigungen der Gleichung (1) sind aus der grossen Zahl der bestimmten Integrale mit dem Factor $\cos b\vartheta$ für $b=\infty$ nach Belieben vorzunehmen, beispielweise sei

$$F(\vartheta)=e^{-a\vartheta},\quad \alpha=0,\quad \beta=\infty;$$

die bereits benützte, im Folgenden näher zu begründende Formel

$$\int_{0}^{\infty}\frac{e^{-a\vartheta}\cos b\vartheta}{\vartheta}\,d\vartheta=\int_{0}^{\infty}\frac{d\vartheta}{\vartheta}-C-\frac{1}{2}l\,(a^2+b^2)$$

geht für $b = \infty$ in

$$\int_0^\infty \frac{d\vartheta}{\vartheta} - C - \frac{1}{2} l(\infty^2) = 0$$

conform mit (1) über. Bezüglich der Formel der Einleitung

$$\int_0^\infty \frac{\cos b\vartheta}{a^2 - \vartheta^2} d\vartheta = \frac{\pi}{2a} \sin ab$$

wird später ausdrücklich bemerkt, dass sie nur für jedes endliche b Geltung behält.

Es handelt sich nun um die den Fourier'schen Integralen parallellaufenden Doppelintegrale

$$\int_0^\infty \cos xu\, du \int_a^b \sin uy\, \psi y\, dy \tag{3}$$

und

$$\int_0^\infty \sin xu\, du \int_a^b \cos uy\, \psi y\, dy,$$

deren Discussion zu nicht minder bedeutenden Resultaten führt, wie das Studium der Fourier'schen Integrale selbst. Vertauscht man in (3) die Producte $\cos xu \sin uy$ und $\sin xu \cos uy$ mit den Summen

$$\frac{1}{2} \left\{ \sin (y + x) u + \sin (y - x) u \right\}$$

und

$$\frac{1}{2} \left\{ \sin (y + x) u - \sin (y - x) u \right\},$$

so erhält man, wenn man sofort nach u integrirt

$$\int_0^\infty \cos xu\, du \int_a^b \sin uy\, \psi y\, dy =$$

$$\text{Lim} \int_a^b \left\{ \frac{\sin^2 \mu (x + y)}{(x + y)} + \frac{\sin^2 \mu (x - y)}{(x - y)} \right\} \psi y\, dy =$$

$$\mathrm{Lim}\int_{a+x}^{b+x}\frac{\sin{}^2\mu z}{z}\,\psi(z-x)\,dz+\mathrm{Lim}\int_{a-x}^{b-x}\frac{\sin{}^2\mu z}{z}\,\psi(z+x)\,dz,$$

$$\int_0^\infty \sin xu\,du\int_a^b\cos uy\,\psi y\,dy=$$

$$\mathrm{Lim}\int_a^b\left\{\frac{\sin{}^2\mu(x+y)}{(x+y)}-\frac{\sin{}^2\mu(x-y)}{x-y}\right\}\psi y\,dy=$$

$$\mathrm{Lim}\int_{a+x}^{b+x}\frac{\sin{}^2\mu z}{z}\,\psi(z-x)-\mathrm{Lim}\int_{a+x}^{b-x}\frac{\sin{}^2\mu x}{z}\,\psi(z+x)\,dz$$

und hat nur mehr die Formel (2) zu verwerthen, um als allgemeine Resultate die folgenden Transformationen zu gewinnen

$$\int_0^\infty \cos xu\,du\int_a^b\sin uy\,\psi y\,dy=$$

$$\frac{1}{2}\int_{a+x}^{b+x}\frac{\psi(z-x)}{z}\,dz+\frac{1}{2}\int_{a-x}^{b-x}\frac{\psi(z+x)}{z}\,dz=\int_a^b\frac{y\,\psi y}{y^2-x^2}\,dy,\qquad(4)$$

$$\int_0^\infty \sin xu\,du\int_a^b\cos uy\,\psi y\,dy=$$

$$\frac{1}{2}\int_{a+x}^{b+x}\frac{\psi(z-x)}{z}\,dz-\frac{1}{2}\int_{a-x}^{b-x}\frac{\psi(z+x)}{z}\,dz=\int_a^b\frac{x\,\psi y}{x^2-y^2}\,dy.$$

Diese Gleichungen sowie die analogen Formeln für die Fourier'schen Doppelintegrale

$$\int_0^\infty \cos xu\,du\int_a^b\cos uy\,\psi y\,dy=$$

$$\int_0^\infty \sin xu\,du\int_a^b\sin uy\,\psi y\,dy=\frac{\pi}{2}\,\psi x\qquad(5)$$

mögen jetzt mit $\varphi x\,dx$ multiplicirt und von a bis b integrirt werden; es ist dies gleichbedeutend mit der Integration der vier Producte

$$\int_a^b \begin{matrix}\cos\\ \sin\end{matrix}\, ux\,\varphi x\,dx \int_a^b \begin{matrix}\cos\\ \sin\end{matrix}\, uy\,\psi y\,dy$$

nach u, somit

$$\int_0^\infty du \int_a^b \varphi x \cos ux\,dx \int_a^b \psi y \sin uy\,dy =$$

$$\frac{1}{2}\int_a^b \varphi x\,dx \int_{a+x}^{b+x} \frac{\psi(z-x)}{z}\,dz + \frac{1}{2}\int \varphi x\,dx \int_{a-x}^{b-x} \frac{\psi(z+x)}{z}\,dz$$

$$= \int_a^b\int_a^b \frac{y\,\varphi x \psi y}{y^2-x^2}\,dx\,dy, \tag{6}$$

$$\int_0^\infty du \int_a^b \varphi x \sin ux\,dx \cdot \int_a^b \psi y \cos uy\,dy =$$

$$\frac{1}{2}\int_a^b \varphi x\,dx \int_{a+x}^{b+x} \frac{\psi(z-x)}{z}\,dz - \frac{1}{2}\int_a^b \varphi x\,dx \int_{a-x}^{b-x} \frac{\psi(z+x)}{z}\,dz$$

$$= \int_a^b\int_a^b \frac{x\varphi x \psi y}{x^2-y^2}\,dx\,dy\,;$$

$$\int_0^\infty du \int_a^b \varphi x \cos ux\,dx \int_a^b \psi y \cos uy\,dy =$$

$$\int_0^\infty du \int_a^b \varphi x \sin ux\,dx \int_a^b \psi y \sin uy\,dy = \frac{\pi}{2}\int_a^b \varphi z\,\psi z\,dz. \tag{7}$$

Bemerkenswerth ist zunächst in (6) und (7) der Fall $\varphi = \psi$; die genannten Gleichungen gehen theilweise in einander über und lauten

$$\int_0^\infty du \int_a^b \varphi x \cos ux\, dx \int_a^b \psi y \sin uy\, dy =$$

$$\frac{1}{2}\int_a^b \varphi x\, dx \int_{a+x}^{b+x} \frac{\varphi(z-x)}{z} dz = \int_a^b\int_a^b \frac{y\varphi x\varphi y}{y^2-x^2} dx dy$$

$$= \int_a^b\int_a^b \frac{x\varphi x\varphi y}{x^2-y^2} dx dy = \frac{1}{2}\int_a^b\int_a^b \frac{\varphi x\varphi y}{x+y}\, dx dy, \tag{8}$$

$$\int_a^b \varphi x\, dx \int_{a-x}^{b-x} \frac{\varphi(z+x)}{z} dz = \int_a^b\int_a^b \frac{\varphi x\varphi y}{x-y}\, dx dy = 0\,,$$

$$\int_0^\infty du \left[\int_a^b \varphi x \cos ux\, dx\right]^2 = \int_0^\infty du \left[\int_a^b \varphi x \sin ux\, dx\right]^2 =$$

$$= \frac{\pi}{2}\int_a^b [\varphi z]^2\, dz\,. \tag{9}$$

Schliesslich erwähnen wir des speciellen Falles $x = 0$ in den Integralen (4) und (5); es ist

$$\int_0^\infty du \int_a^b \sin uy\, \psi y\, dy = \int_a^b \frac{\psi y}{y}\, dy \tag{10}$$

und

$$\int_0^\infty du \int_a^b \cos uy \psi y dy = 0\,, \quad \int_0^\infty du \int_0^b \cos uy \psi y dy = \frac{\pi}{2}\psi 0\,.$$

Einer allgemeinen Regel gemäss sind auch die einfachsten Specialisirungen des gegenwärtigen Formelsystems zugleich die wichtigsten und anregendsten, indem sie die nothwendige und befriedigende Übersichtlichkeit bei der Aufstellung neuer Begriffe und Symbole gewähren. Demzufolge wählen wir für die Gleichungen (4), (6) und (8) statt φ und ψ die Exponentielle $e^{-(a+ib)z}$ und die Potenz $z^{\mu-1}$; in (9) substituiren wir die zusammengesetzte Function $\varphi = \psi = e^{-(a+ib)z} z^{\mu-1}(lz)^n$. In wenigen Worten

zusammengefasst, läuft die ganze Untersuchung in beiden Fällen hinaus auf eine Discussion der genannten Functionen, bezogen auf das Argument $a+i(b\pm u)$, nach den zwei entgegengesetzten Richtungen: Integration dieser Functionen in unendlichen Reihen und endlichen bestimmten Ausdrücken in a, b, μ und n.

I. Ableitung des complexen Integrallogarithmus.

Im Falle $\psi = e^{-(a+ib)x}$, $a > 0$ lassen die Doppelintegrale linker Hand von (4) eine erste Integration zu; bezeichnet man dieselben kurz mit A und B, so ist

$$2A = i(a-ib)\int_0^\infty \left\{\frac{1}{(u+b)^2+a^2} - \frac{1}{(u-b^2)+a^2}\right\}\cos xu\,du$$

$$+\int_0^\infty u\left\{\frac{1}{(u+b)^2+a^2} + \frac{1}{(u-b)^2+a^2}\right\}\cos xu\,du,$$

$$2B = (a-ib)\int_0^\infty \frac{1}{(u+b)^2+a^2} + \frac{1}{(u-b)^2+a^2}\Bigg\}\sin xu\,du$$

$$-i\int^\infty u\left\{\frac{1}{(u+b)^2+a^2} - \frac{1}{(u-b)^2+a^2}\right\}\sin xu\,du.$$

Rechter Hand von (4) erhält man hiezu, ohne vorläufig weiter vereinfachen zu können, folgende Ergänzungen

$$A = \frac{1}{2}\left\{e^{+(a+ib)x}\int_x^\infty \frac{e^{-(a+ib)\,\xi}}{\xi}\,d\xi + e^{-(a+ib)x}\int_{-x}^\infty \frac{e^{-(a+ib)\,\xi}}{\xi}\,d\xi\right\}$$

$$= -\frac{1}{2}\left\{e^{+(a+ib)x}\,li\left(e^{-\overline{a+ib}x}\right) + e^{-(a+ib)x}\,li\left(e^{+\overline{a+ib}x}\right)\right\}$$

$$= \int_0^\infty \frac{ye^{-ay}\cos by}{y^2-x^2}\,dy - i\int_0^\infty \frac{ye^{-ay}\sin by}{y^2-x^2}\,dy \qquad (12)$$

$$B = \frac{1}{2}\left\{e^{+(a+ib)x}\int_x^\infty \frac{e^{-(a+ib)\xi}}{\xi}d\xi - e^{-(a+ib)x}\int_{-x}^\infty \frac{e^{-(a+ib)\xi}}{\xi}d\xi\right\}$$

$$= -\frac{1}{2}\left\{e^{+(a+ib)x}\, li\left(e^{-\overline{a+ib}x}\right) - e^{-(a+ib)x}\, li\left(e^{+\overline{(a+ib)x}}\right)\right\}$$

$$= \int_0^\infty \frac{xe^{-ay}\cos by}{x^2-y^2}dy - i\int_0^\infty \frac{xe^{-ay}\sin by}{x^2-y^2}dy.$$

Ehe wir hierin zur Entwicklung von Reihen für die Function

$$li\left(e^{-\overline{a+ib}x}\right) = -\int_x^\infty \frac{e^{-(a+ib)\xi}}{\xi}d\xi$$

übergehen, suchen wir die Frage nach den Grenzen der Giltigkeit speciell für den Fall $a = 0$ zu beantworten. Wir gehen zu diesem Zwecke nochmals auf die Doppelintegrale (4) zurück; sie gewinnen jetzt die Gestalt

$$\int_0^\infty \cos xu du \int_0^\infty \sin uy(\cos by - i\sin by)\, dy =$$

$$\frac{1}{2}\int_0^\infty \cos xu du \int_0^\infty \Big\{\sin(u+b)y + \sin(u-b)y$$

$$+ i\cos(u+b)y - i\cos(u-b)y\Big\}dy$$

$$= \text{Lim}\int_0^\infty \cos xu du \left\{\frac{\sin^2\mu(u+b)}{(u+b)} + \frac{\sin^2\mu(u-b)}{(u-b)}\right.$$

$$\left. + i\frac{\sin\mu(u+b)}{2(u+b)} - i\frac{\sin\mu(u-b)}{2(u-b)}\right\}$$

$$= \text{Lim}\int_b^\infty \cos x(b-t)\left\{\frac{\sin^2\mu t}{t} + i\frac{\sin\mu t}{2t}\right\}dt$$

$$+ \text{Lim}\int_{-b}^\infty \cos x(b+t)\left\{\frac{\sin^2\mu t}{t} - i\frac{\sin\mu t}{2t}\right\}dt$$

$$\int_0^\infty \sin xu du \int_0^\infty \cos uy\,(\cos by - i \sin by)\,dy =$$

$$\text{Lim} \int_b^\infty \sin x\,(b-t) \left\{ -\frac{\sin \mu t}{2t} + i\frac{\sin^2 \mu t}{t} \right\} dt$$

$$+ \text{Lim} \int_{-b}^\infty \sin x\,(b+t) \left\{ \frac{\sin \mu t}{2t} + i\frac{\sin^2 \mu t}{t} \right\} dt,$$

und lassen sich nach diesen Umformungen mittelst der bekannten Grenzgleichungen leicht endgiltig bestimmen; mit Rücksicht auf die übrigen Theile der Gleichungen (4) ergeben sich die folgenden Reductionen.

$$\int_0^\infty \frac{y \cos by}{y^2 - x^2}\,dy = \int_0^\infty \frac{u \cos xu}{u^2 - b^2}\,du =$$

$$\cos bx \int_x^\infty \frac{\cos bz}{z}\,dz - \sin bx \int_0^x \frac{\sin bz}{z}\,dz, \qquad (13)$$

$$\int_0^\infty \frac{x \sin by}{x^2 - y^2}\,dy = \int_0^\infty \frac{b \sin xu}{b^2 - u^2}\,du =$$

$$- \cos bx \int_0^x \frac{\sin bz}{z}\,dz - \sin bx \int_x^\infty \frac{\cos bz}{z}\,dz,$$

$$\int_0^\infty \frac{y \sin by}{y^2 - x^2}\,dy = \cos bx \int_0^\infty \frac{\sin bz}{z}\,dz = \frac{\pi}{2} \cos bx,$$

$$\int_0^\infty \frac{x \cos by}{x^2 - y^2}\,dy = \sin bx \int_0^\infty \frac{\sin bz}{z}\,dz = \frac{\pi}{2} \sin bx.$$

Aus den beiden ersten Formeln ergibt sich unter andern die Vertauschbarkeit der Constanten b und x und hiemit

$$\int_x^\infty \frac{\cos bz}{z}\,dz = \int_b^\infty \frac{\cos xz}{z}\,dz\,,$$

$$\int_0^x \frac{\sin bz}{z}\,dz = \int_0^b \frac{\sin xz}{z}\,dz$$

ein Resultat, welches im zweiten Theile durch Substitution der Sinusreihe leicht zu bestätigen ist. Die beiden letzten Formeln liefern auch die Fourier'schen Integrale ohne die weitere Bestätigung durch die Anwendung des Integrales

$$\int_0^\infty \frac{\sin bz}{z}\,dz = \frac{\pi}{2}\,.$$

Wir kommen später auf die Eingangs angeführten Grenzgleichungen und die damit coincidirende Verwendung oscillirender Integrale noch einmal zurück.

Um nun für die Reihenentwicklung des complexen Integrallogarithmus einen Ausgangspunkt zu gewinnen, wenden wir uns zur ersten der Gleichungen (10), in welche die Formeln (11) und (12) oder die folgenden mit ihnen identischen

$$2\int_0^\infty \frac{ye^{-ay}\cos by}{y^2-x^2}\,dy = \int_0^\infty \cos xu \left\{\frac{u+b}{(u+b)^2+a^2} + \frac{u-b}{(u-b)^2+a^2}\right\} du, \quad (14)$$

$$2\int_0^\infty \frac{ye^{-ay}\sin by}{y^2-x^2}\,dy = -a\int_0^\infty \cos xu \left\{\frac{1}{(u+b)^2+a^2} - \frac{1}{(u-b)^2+a^2}\right\} du, \quad (15)$$

$$2\int_0^\infty \frac{xe^{-ay}\cos by}{x^2-y^2}\,dy = a\int_0^\infty \sin xu \left\{\frac{1}{(u+b)^2+a^2} + \frac{1}{(u-b)^2+a^2}\right\} du\,,$$

$$2\int_0^\infty \frac{xe^{-ay}\sin by}{x^2-y^2}\,dy = -\int_0^\infty \sin xu \left\{\frac{u+b}{(u+b)^2+a^2} - \frac{u-b}{(u-b)^2+a^2}\right\} du$$

für $x = 0$ übergehen; d. h. wir ermitteln die Grenzfälle

$$\int_0^\infty \frac{e^{-ay}\cos by}{y}\,dy \quad \text{und} \quad \int_0^\infty \frac{e^{-ay}\sin by}{y}\,dy.$$

Es kommt dies auf die ausserordentlich leichten Bestimmungen

$$\int_0^\infty \frac{u \pm b}{(u \pm b)^2 + a^2}\,du \quad \text{und} \quad \int_0^\infty \frac{a}{(u \pm b)^2 + a^2}\,du$$

zurück, für deren erste wir noch den Satz von der Äquivalenz formgleicher divergirender Ausdrücke zu Hilfe zu nehmen haben.

Es ist nämlich

$$\int_0^\infty \frac{u \pm b}{(u \pm b)^2 + a^2}\,du = \int_{\pm b}^\infty \frac{z}{z^2 + a^2}\,dz,$$

folglich die Summe in (14)

$$\int_b^\infty \frac{z}{z^2 + a^2}\,dz + \int_{-b}^\infty \frac{z}{z^2 + a^2}\,dz$$

oder

$$\int_{-b}^{+b} \frac{z}{z^2 + a^2}\,dz + 2\int_b^\infty \frac{z}{z^2 + a^2}\,dz,$$

worin jetzt das Integral zwischen $-b$ und $+b$ verschwindet. Für das Cosinusintegral bleibt demgemäss

$$\int_0^\infty \frac{e^{-ay}\cos by}{y}\,dy = \int_b^\infty \frac{z\,dz}{z^2 + a^2} = \int_{\sqrt{b^2+a^2}}^\infty \frac{dz}{z}$$

und hiemit

$$\int_0^\infty \frac{e^{-ay}\cos by}{y}\,dy = l\infty - \frac{1}{2}\,l\,(a^2 + b^2). \tag{16}$$

Behufs einer Reduction des divergirenden Integrals auf einen Modul haben wir nur die Gleichung

$$l\infty = \int_0^\infty \frac{dz}{z} - C$$

zu benützen, womit wir nichts weiter erreichen, als alle logarithmisch divergirenden Integrale auf ein Normalintegral zurückzuführen. Lässt sich die vorstehende Gleichung auf irgend eine Weise bestätigen, so ist damit zugleich die bekannte Grenzbestimmung

$$\operatorname{Lim}\left\{1+\frac{1}{2}+\frac{1}{3}+\ .\ .\ .+\frac{1}{n}-ln\right\}=C$$

auf ihre einzig giltige, fehlerfreie Form

$$\operatorname{Lim}\left\{\int_0^z\frac{dz}{z}-lz\right\}=C,\quad \operatorname{Lim} z=\infty \tag{17}$$

gebracht, in welcher bestimmte Operationen, nicht allgemeine Typen mehr vorkommen. Die Bestätigung unserer Grenzgleichung liegt in der bekannten Formel der Lehre von den Gammafunctionen

$$\frac{dl\Gamma(\mu)}{d\mu}=\int_0^\infty\left\{\frac{e^{-x}}{x}-\frac{e^{-\mu x}}{1-e^{-x}}\right\}dx;$$

für $\mu=1$ geht dieselbe in

$$-C=\int_0^\infty\frac{e^{-x}}{x}dx-\int_0^\infty\frac{e^{-x}}{1-e^{-x}}dx=$$

$$=\int_0^\infty\frac{e^{-x}}{x}dx-\int_0^\infty\frac{dx}{x}$$

über, welches mit Gleichung (16) unter der Bedingung (17) übereinstimmt. Sonach ist allgemein

$$\int_0^\infty\frac{e^{-ay}\cos by}{y}dy=\int_0^\infty\frac{dy}{y}-C-\frac{1}{2}l(a^2+b^2)=\int_{\sqrt{a^2+b^2}}^\infty\frac{dy}{y} \tag{18}$$

und $-C-\frac{1}{2}l(a^2+b^2)$ der Hauptwerth der links und rechts stehenden Integrale, wenn $\int_0^\infty\frac{dy}{y}$ als Modul derselben angesehen wird.

Man kann noch zu einem anderen Ausdrucke für das Integral

$$\int_0^{\infty} \frac{e^{-ay} \cos by}{y} \, dy$$

gelangen, wenn man in (14) die Summanden

$$\int_0^{\infty} \frac{u+b}{(u+b)^2+a^2} \, du + \int_0^{\infty} \frac{u-b}{(u-b)^2+a^2} \, du$$

zu

$$2\int_0^{\infty} \frac{u^3 + u\,(a^2 - b^2)}{u^4 + 2u^2\,(a^2 - b^2) + (a^2 + b^2)^2} \, du = J$$

vereinigt. Die Substitution

$$u^4 + 2u^2\,(a^2 - b^2) + (a^2 + b^2)^2 = z^4$$

führt auf den vorigen Ausdruck; entwickelt man aber den reciproken Werth des Nenners in eine Reihe nach Potenzen von u^2, und trennt hiebei das Intervall von 0 bis ∞, in 0 bis

$$\sqrt{a^2 + b^2} \quad \text{und} \quad \sqrt{a^2 + b^2}$$

bis ∞, weil jene Reihe für

$$u < + \sqrt{a^2 + b^2}$$

convergirt, so erhält man für J, wenn R die Reihe vertritt,

$$J = \int_0^{\sqrt{a^2+b^2}} 2\left\{\frac{u^4 + 2u\,(a^2 - b^2) + (a^2 + b^2)^2}{(a^2 + b^2)^2}\right\} R \,\frac{du}{u} =$$

$$= \int_0^{\sqrt{a^2+b^2}} 2\,\frac{du}{u},$$

demnach

$$\int_0^{\infty} \frac{e^{-ay} \cos by}{y} \, dy = \int_{\sqrt{a^2+b^2}}^{\infty} \frac{dy}{y} = \int_0^{\sqrt{a^2+b^2}} \frac{dy}{y}. \quad (18\text{b}) = (18)$$

Es ist über die gewählte Form der Äquivalenz divergenter Integrale eine Bemerkung nachzutragen. Strenge genommen sind

alle derartigen Resultate nur in der Form $\{\infty' - \infty''\} = C$ richtig und von Bedeutung; besteht eine zweite Äquivalenz $\{\infty_1 - \infty_2\} = D$, so kann eine Addition der beiden Gleichungen nur in der genauen Präcision

$$\{\infty' - \infty''\} + \{\infty_1 - \infty_2\} = C + D$$

vorgenommen werden. So wäre z. B. eine Verbindung der beiden Formeln

$$\int_0^{\sqrt{a^2+b^2}} \frac{du}{u} = \int_{\sqrt{a^2+b^2}}^{\infty} \frac{du}{u}$$

$$\int_{\sqrt{a^2+b^2}}^{\infty} \frac{du}{u} = \int_{\sqrt{a^2+b^2}}^{\infty} \frac{du}{u}$$

zu

$$\int_0^{\infty} \frac{du}{u} = 2\int_{\sqrt{a^2+b^2}}^{\infty} \frac{du}{u} = 2\int_c^{\infty} \frac{du}{u}$$

durchaus fehlerhaft und unstatthaft. Die Subtraction zweier Ausdrücke $\infty - \infty$ ist dagegen in der Weise erlaubt, dass

$$\{\infty' - \infty''\} - \{\infty_1 - \infty_2\} = \{\infty' -_1\} - \{\infty'' - \infty_2\}$$

gesetzt werden darf. In diesem Sinne findet nun auch die Frage nach der Berechtigung der Relation (6) der Einleitung

$$\int_{x_0}^{x_1} \varphi(x)\, \Sigma_0 [f_\nu(x)]\, dx = \Sigma_0 \int_{(x_0)}^{(x_1)} \varphi(x) f_\nu(x) dx$$

ihre Erledigung.

Als Specialisirungen der Formel (18) sind die Hauptwerthsformeln des Integrallogarithmus und Integralcosinus zu erwähnen, nämlich

$$\int_{(0)}^{(\infty)} \frac{e^{-ay}}{y} dy = -C - la, \quad a > 0$$

$$\int_{(0)}^{(\infty)} \frac{\cos by}{y} dy = -C - \frac{1}{2} l(b^2), \quad -\infty \leqq b \leqq +\infty.$$

Es bleibt noch die Bestimmung des Integrals

$$\int_0^\infty \frac{e^{-ay}\sin by}{y}\,dy$$

übrig. Gleichung (15) oder

$$2\int_0^\infty \frac{e^{-ay}\sin by}{y}\,dy = -a\int_0^\infty \left\{\frac{1}{(u+b)^2+a^2} - \frac{1}{(u-b)^2+a^2}\right\} du$$

$$= -a\left\{\int_b^\infty \frac{dz}{a^2+z^2} - \int_{-b}^\infty \frac{dz}{a^2+z^2}\right\} = +a\int_{-b}^{+b} \frac{dz}{a^2+z^2}$$

$$= 2a\int_0^b \frac{dz}{a^2+z^2} = 2\,\mathrm{arc\,tan}\,\frac{b}{a}$$

enthält die bekannte Bestimmung in der Form der Reduction eines transcendenten Differentiales auf ein algebraisch - rationales. Verbindet man das letztere Resultat

$$\int_0^\infty \frac{e^{-ay}\sin by}{y}\,dy = \mathrm{arc\,tan}\,\frac{b}{a}, \quad a \geqq 0, \quad -\infty \leqq b \leqq +\infty, \tag{19}$$

$$a^2 + b^2 > 0$$

mit dem correlativen, unter den gleichen Bedingungen giltigen

$$\int_0^\infty \frac{e^{-ay}\cos by}{y}\,dy = -C - \frac{1}{2}\,l(a^2+b^2),$$

so erhält man den Hauptwerth des complexen Integrallogarithmus

$$\int_0^\infty \frac{e^{-(a+ib)y}}{y}\,dy = -C - l(a+ib), \tag{20}$$

wobei die Verbindung einer reellen Hauptwerthsformel mit einem imaginären endlichen Integrale selbstverständlich keine Bedenklichkeit erwecken kann.

Um die Bestimmung des Hauptwerths des complexen Integrallogarithmus zur Ermittelung einer convergirenden Potenzreihe verwenden zu können, bedarf man noch einer weiteren Beziehung des Logarithmus zum Modul $\int_0^\infty \frac{dz}{z}$, die der Grenzgleichung

$$\mathrm{Lim}\left\{\int_0^z \frac{dz}{z} - lz\right\} = C, \quad z = \infty$$

gewissermassen parallel läuft. Wir meinen die Formel

$$\mathrm{Lim}\left\{\int_z^\infty \frac{dz}{z} + lz\right\} = 0, \quad z = 0, \tag{21}$$

deren Beweis aus der Potenzreihe für den natürlichen Logarithmus $l(1-x)$ nicht vollkommen überzeugend ist. Viel besser benützt man die Entwicklung von

$$li\,(e^{-ax}) = -\int_x^\infty \frac{e^{-a\xi}}{\xi}\,d\xi$$

für Lim $x = dx$. Es ist einerseits

$$li\,(e^{-ax}) = C + lax - \frac{1}{1}\cdot\frac{ax}{1} + \frac{1}{2}\cdot\frac{a^2x^2}{2!} - \ldots,$$

$$li\,(e^{-adx}) = C + la + ldx\,,$$

anderseits nach (18)

$$li\,(e^{-adx}) = -\int_{dx}^\infty \frac{e^{-a\xi}}{\xi}\,d\xi = C + la - \int_{dx}^\infty \frac{d\xi}{\xi},$$

woraus die obige Bestimmung sofort hervorgeht.

Die Nothwendigkeit der Annahme einer Grenzformel (21) liegt nun ausgesprochen in der unmittelbar evidenten Zerlegung

$$li\,(e^{-ax}\cos bx) = -\int_x^\infty \frac{e^{-a\xi}\cos b\xi}{\xi}\,d\xi$$

$$= -\int_0^\infty \frac{e^{-a\xi}\cos b\xi}{\xi}\,d\xi + \int_0^x \frac{e^{-a\xi}\cos b\xi}{\xi}\,d\xi,$$

worin

$$\frac{e^{-a\xi}\cos b\xi}{\xi} \text{ für } \int_0^x \frac{e^{-a\xi}\cos b\xi}{\xi}\,d\xi$$

durch die Reihe

$$\frac{1}{\xi}\left(1+\frac{c\xi\cos\vartheta}{1}+\frac{c^2\xi^2\cos 2\vartheta}{2!}+\frac{c^3\xi^3\cos 3\vartheta}{3!}+\ldots\ldots\right),$$

$$c^2=a^2+b^2,\quad \vartheta=\operatorname{arc}\tan\frac{b}{a}$$

ersetzt werden möge. Die unbestimmte Integration der letzteren liefert

$$l\xi+\frac{1}{1}\cdot\frac{c\xi\cos\vartheta}{1}+\frac{1}{2}\cdot\frac{c^2\xi^2\cos 2\vartheta}{2!}+\frac{1}{3}\cdot\frac{c^3\xi^3\cos 3\vartheta}{3!}+\ldots$$

also für Lim $\xi = dx$ den Logarithmus des indepedent Unendlichkleinen. Derselbe tilgt sich mit dem Ausdrucke $\int_0^\infty \frac{d\xi}{\xi}$, dem Modul von $\int_0^\infty \frac{e^{-a\xi}\cos b\xi}{\xi}\,d\xi$ zu Null, so dass schliesslich als Entwicklung des allgemeineren Integrallogarithmus mit zwei Constanten übrig bleibt

$$li\,(e^{-ax}\cos bx) = -\int_x^\infty \frac{e^{-a\xi}\cos b\xi}{\xi}\,d\xi \tag{22}$$

$$=C+\frac{1}{2}\,l(cx)^2+\frac{1}{1}\cdot\frac{cx\cos\vartheta}{1}+\frac{1}{2}\cdot\frac{c^2x^2\cos 2\vartheta}{2!}+\frac{1}{3}\cdot\frac{c^3x^3\cos 3\vartheta}{3!}+\ldots,$$

$$c^2=a^2+b^2,\ \ \vartheta=\operatorname{arctan}\frac{b}{a},\ \ a\geqq 0,\ \ -\infty<x<+\infty.$$

Die Giltigkeit dieser Entwicklung auch für negative Werthe von x erhellt aus der Zerlegung

$$-\int_{-x}^\infty \frac{e^{-a\xi}\cos b\xi}{\xi}\,d\xi = \int_0^x \frac{e^{+a\xi}-e^{-a\xi}}{\xi}\cos b\xi\,d\xi - \int_x^\infty \frac{e^{-a\xi}\cos b\xi}{\xi}\,d\xi$$

deren erster Theil leicht integrirbar, deren zweiter Theil bekannt ist.

Schneller ergibt sich die Reihe für den Integralbogen

$$\operatorname{arc} i(e^{-ax}\sin bx) = -\int_x^\infty \frac{e^{-a\xi}\sin b\xi}{\xi}\,d\xi\,;$$

wegen

$$-\int_x^\infty \frac{e^{-a\xi}\sin b\xi}{\xi}\,d\xi = -\int_0^\infty \frac{e^{-a\xi}\sin b\xi}{\xi}\,d\xi + \int_0^x \frac{e^{-a\xi}\sin b\xi}{\xi}\,d\xi$$

$$= -\vartheta + \int_0^x \frac{e^{-a\xi}\sin b\xi}{\xi}$$

und

$$\frac{e^{-a\xi}\sin b\xi}{\xi} = \frac{1}{\xi}\left(\frac{c\xi\sin\vartheta}{1} + \frac{c^2\xi^2\sin 2\vartheta}{2!} + \frac{c^3\xi^3\sin 3\vartheta}{3!} + \ldots\right)$$

hat man sogleich

$$\operatorname{arc} i(e^{-ax}\sin bx) = -\int_x^\infty \frac{e^{-a\xi}\sin b\xi}{\xi}\,d\xi \qquad (23)$$

$$= -\vartheta + \frac{1}{1}\cdot\frac{cx\sin\vartheta}{1} + \frac{1}{2}\cdot\frac{c^2x^2\sin 2\vartheta}{2!} + \frac{1}{3}\cdot\frac{c^3x^3\sin 3\vartheta}{3!} + \ldots,$$

eine Formel, die in derselben Weise wie vorhin auf negative x ausgedehnt werden darf.

Aus den Entwicklungen (22) und (23) resultirt die Entwicklung des complexen Integrallogarithmus und zwar ist

$$li\,(e^{-\overline{a+ib}\,x}) = -\int_x^\infty \frac{e^{-\overline{a+ib}\,\xi}}{\xi}\,d\xi$$

$$= C + \frac{1}{2}l\left\{(a+ib)x\right\}^2 - \frac{1}{1}\cdot\frac{(a+ib)x}{1} + \frac{1}{2}\cdot\frac{(a+ib)^2x^2}{2!} -$$

$$-\frac{1}{3}\cdot\frac{(a+ib)^3x^3}{3!} + \ldots,\quad a \geqq 0,\quad b \gtreqless 0,\quad x \gtreqless 0;$$

$$a^2 + b^2 > 0;$$

in anderer Form

$$\int_{(0)}^{(\infty)} \frac{e^{-\overline{a+ib}\xi}}{\xi} d\xi - \int_x^{\infty} \frac{e^{-\overline{a+ib}\xi}}{\xi} d\xi = \int_{(0)}^{(x)} \frac{e^{-(a+ib)\xi}}{\xi} d\xi$$

$$= \frac{1}{2} l(x^2) - \frac{1}{1} \cdot \frac{(a+ib)x}{1} + \frac{1}{2} \cdot \frac{(a+ib)^2 x^2}{2!} - \frac{1}{3} \cdot \frac{(a+ib)^3 x^3}{3!} + \ldots .$$

Diese letzteren Formeln sind zunächst für die Gleichungen (11) und (12) von Bedeutung. Sie zeigen, dass die Integrale

$$\int_0^{\infty} \cos, \sin xu \frac{a+bu}{A \pm 2Bu + u^2} du$$

$$\int_0^{\infty} \frac{\alpha x - \beta y}{x^2 - y^2} e^{-ay} \cos, \sin by \, dy$$

gemäss (11) und (12) stets in unendliche, convergirende Reihen verwandelt und als solche berechnet werden können. Wir begnügen uns mit dieser Andeutung, ohne das Detail zu verfolgen und gehen auf die Gleichungen (6) über, in welchen wir

$$\psi y = e^{-(a+ib)y}$$

belassen, für φx aber die Function $x^{\mu-1}$ substituiren.

Die Formeln, welche hiebei zur Anwendung kommen, sind

$$\left.\begin{aligned} \int_0^{\infty} x^{\mu-1} \cos ux\, dx &= \frac{\Gamma(\mu) \cos \frac{1}{2}\mu\pi}{u^{\mu}}, \\ \int_0^{\infty} x^{\mu-1} \sin ux\, dx &= \frac{\Gamma(\mu) \sin \frac{1}{2}\mu\pi}{u^{\mu}}; \end{aligned}\right\} \quad 0 \leqq \mu < 1,$$

der Fall $\mu = 0$ gibt hier einerseits die Äquivalenz

$$\int_0^{\infty} \frac{e^{-ux}}{x} dx - \int_0^{\infty} \frac{\cos ux}{x} dx = 0,$$

anderseits wegen

$$\operatorname{Lim} D\left\{\frac{1}{\Gamma(\mu)}\right\}_{\mu=0} = \frac{\int_0^1 \frac{dt}{t} + C}{\int_0^\infty \frac{dt}{t} - C} = \frac{\int_0^\infty \frac{dt}{t}}{\int_0^\infty \frac{dt}{t} - C} = 1 \quad \text{(s. Formel (18b)}$$

$$\int_0^\infty \frac{\sin ux}{x}\, dx = \frac{\pi}{2}.$$

Der Fall $\mu = 1$ ist von Bedeutung, wenn es sich um wiederholte Integrationen handelt, wie im vorliegenden Beispiele; es zeigt sich dabei, dass die Geltung der Cosinusformel bis $\mu=2$ ausgedehnt werden darf. Nach diesen Bemerkungen gehen wir daran, die Formeln

$$2\int_0^\infty\int_0^\infty \frac{y x^{\mu-1}\, e^{-(a+i)by}}{y^2 - x^2}\, dx\, dy = 2A =$$

$$-\int_0^\infty x^{\mu-1}\left\{e^{-(a+ib)x}\, li\left(e^{+\overline{a+ib}x}\right) + e^{+(a+ib)x}\, li\left(e^{-\overline{a+ib}x}\right)\right\} dx \tag{24}$$

$$= \Gamma(\mu)\cos\tfrac{1}{2}\mu\pi \left[\int_0^\infty \left\{\frac{1}{(u+b)^2+a^2} + \frac{1}{(u-b)^2+a^2}\right\}\frac{du}{u^{\mu-1}}\right.$$

$$\left. + i(a-ib)\int_0^\infty \left\{\frac{1}{(u+b)^2+a^2} - \frac{1}{(u-b)^2+a^2}\right\}\frac{du}{u^\mu}\right],$$

$$2\int_0^\infty\int_0^\infty \frac{x^\mu\, e^{-(a+ib)y}}{x^2 - y^2}\, dx\, dy = 2B =$$

$$\int_0^\infty x^{\mu-1}\left\{e^{-(a+ib)x}\, li\left(e^{+\overline{a+ib}x}\right) - e^{+(a+ib)x}\, li\left(e^{-\overline{a+ib}x}\right)\right\} dx \tag{25}$$

$$= \Gamma(\mu)\sin\tfrac{1}{2}\mu\pi \left[\int_0^\infty (a-ib)\left\{\frac{1}{(u+b)^2+a^2} + \frac{1}{(u-b)^2+a^2}\right\}\frac{du}{u^\mu}\right.$$

$$\left. - i\int_0^\infty \left\{\frac{1}{(u+b)^2+a^2} - \frac{1}{(u-b)^2+a^2}\right\}\frac{du}{u^{\mu-1}}\right]$$

auf ihre einfachste Gestalt zurückzuführen. Sie lassen sich vollkommen integriren. Die Formel der Einleitung

$$\int_0^\infty \frac{z^{\mu-1}}{1-z^\nu} dz = \frac{\pi}{\nu} \cot \frac{\mu}{\nu} \pi, \quad \mu < \nu$$

liefert die Werthe der linksseitigen Integrale

$$A = \frac{\pi}{2} \cot \frac{\mu\pi}{2} \cdot \frac{\Gamma(\mu)}{(a+ib)^\mu}, \quad \mu < 2,$$

$$B = \frac{\pi}{2} \tan \frac{\mu\pi}{2} \cdot \frac{\Gamma(\mu)}{(a+ib)^\mu}, \quad \mu < 1,$$

in den rechtsseitigen irrationalen Integralen aber eine Bestätigung unserer Bestimmung des discontinuirlichen Integrales (23), indem wir nach einigen Vereinfachungen die bekannte Formel

$$\int_0^\infty \frac{u^\lambda du}{(u \mp b)^2 + a^2} = \pi . \frac{\sin \lambda \left(\frac{\pi}{2} \mp \vartheta\right)}{\sin \lambda\pi} \cdot \frac{(a^2+b^2)^{\frac{\lambda}{2}}}{a}, \quad \vartheta = \arctan \frac{b}{a}$$

oder

$$\int_0^\infty \frac{u^\lambda du}{\rho^2 + 2u\rho \cos\sigma + u^2} = \frac{\pi}{\sin \lambda\pi} \cdot \frac{\sin \lambda\sigma}{\sin \sigma} \rho^{\lambda-1}, \quad -1 < \lambda < +1$$

erhalten. Wir verbinden noch die mittleren Ausdrücke in (24) und (25) durch Addition und Subtraction; es entspringen hieraus die Werthbestimmungen

$$\int_0^\infty x^{\mu-1} e^{-(a+ib)x}\, li(e^{+\overline{a+ib x}})\, dx \tag{26}$$

$$= -\int_0^\infty \int_0^\infty \frac{x^{\mu-1} e^{-(a+ib)\xi}}{\xi - x} d\xi\, dx$$

$$= -\pi \cot \mu\pi \frac{\Gamma(\mu)}{(a+ib)^\mu}, \quad 0 < \mu < 1,$$

$$\int_0^\infty x^{\mu-1}\, e^{+(a+ib)x}\, li\left(e^{-\overline{a+ibx}}\right) dx \,.\,. \tag{27}$$

$$= -\int_0^\infty\int_0^\infty \frac{x^{\mu-1}\, e^{-(a+ib)\xi}}{\xi + x}\, d\xi\, dx =$$

$$= -\pi \csc \mu\pi \frac{\Gamma(\mu)}{(a+ib)^\mu}, \quad 0 < \mu < 1 .$$

Gleichung (26) lässt sich linker Hand mittelst der Entwicklung des Integrallogarithmus integriren und führt derart auf eine Reihe für $\pi \cot \mu\pi$; es ist

$$\pi \cot \mu\pi = -\left\{ C + \frac{dl\Gamma(\mu)}{d\mu} + \frac{1}{1}\cdot\frac{\Gamma(\mu+1)}{\Gamma(\mu)} + \frac{1}{2}\cdot\frac{\Gamma(\mu+2)}{2\Gamma(\mu)} + \cdots \right\}$$

$$0 \leqq \mu \leqq 1.$$

Diesen allgemeinen Ergebnissen reihen sich einige speciellere zwanglos an.

Die Gleichung (24) lautet für $\mu = 1$

$$\int_0^\infty \left\{ e^{-(a+ib)x}\, li\left(e^{+\overline{a+ibx}}\right) + e^{+(a+ib)x}\, li\left(e^{-\overline{a+ibx}}\right) \right\} dx = 0,$$

Gleichung (25) für $\mu = 0$

$$\int_0^\infty \left\{ e^{-(a+ib)x}\, li\left(e^{+\overline{a+ibx}}\right) - e^{+(a+ib)x}\, li\left(e^{-\overline{a+ibx}}\right) \right\} \frac{dx}{x}$$

$$= 2\int_0^\infty\int_0^\infty \frac{e^{-(a+ib)\xi}}{x^2 - \xi^2}\, d\xi dx = 2\int_0^\infty\int_0^\infty \frac{e^{-a\xi}\cos b\xi}{x^2 - \xi^2}\, d\xi dx = \frac{\pi^2}{2},$$

$$\int_0^\infty\int_0^\infty \frac{e^{-a\xi}\sin b\xi}{x^2 - \xi^2}\, d\xi dx = 0 .$$

In (26) und (27) nehmen wir $\mu = \frac{1}{2}$ und erhalten

$$\int_0^\infty e^{-(a+ib)x^2}\, li\left(e^{+\overline{a+ib}x^2}\right) dx = 0,$$

$$\int_0^\infty e^{+(a+ib)x^2}\, li\left(e^{-\overline{a+ib}x^2}\right) dx = -\frac{\pi}{2}\cdot\sqrt{\frac{\pi}{a+ib}};$$

die erstere Formel ist durch directe Integration leicht zu bestätigen.

Die Möglichkeit, Discontinuitätsformeln bei mehrfachen Integrationen **zugleich** mit beliebiger Reihenfolge dieser letzteren anzuwenden, ist stets an nicht zu übersehende Bedingungen gebunden. Die Limite der ersten Integration nach x in

$$\int_0^\infty\int_0^\infty \frac{e^{-a\xi}\cos b\xi}{x^2-\xi^2}\, d\xi dx$$

gibt mit der zweiten Integration von

$$\int_0^\infty \frac{e^{-a\xi}\cos b\xi}{\xi}$$

immer noch eine endliche Grösse.

Wenden wir uns nunmehr, um die Formelkette, welche für den Integrallogarithmus aus den Analogien der Fourier'schen Integrale ableitbar ist, zu schliessen, zu den Gleichungen (8), so haben wir auch hier sehr wenige Schritte nothwendig um zu unserem Ziele zu gelangen. Die dreifachen Integrale sind für

$$\varphi = \psi = e^{-(a+ib)z}, \quad a > 0$$

sämmtlich ausführbar und liefern zunächst nach zwei Integrationen für

$$\int_0^\infty\int_0^\infty \frac{e^{-(a+ib)(x+y)}}{x+y}\, dx\, dy$$

$$= 2\int_0^\infty\int_0^\infty \frac{ye^{-(a+ib)(x+y)}}{y^2-x^2}\, dx\, dy = 2\int_0^\infty\int_0^\infty \frac{xe^{-(a+ib)(x+y)}}{x^2-y^2}\, dx\, dy$$

den halben Werth des Integrals

$$\int_0^\infty \left[\frac{i(a-ib)^2 - iu^2 + 2(a-ib)u}{\{(u+b)^2+a^2\}^2} - \frac{i(a-ib)^2 - iu^2 - 2(a-ib)u}{\{(u-b)^2+a^2\}^2}\right] du = J.$$

Hierin sind

$$i(a-ib)^2 - iu^2 + 2(a-ib)u$$

und

$$i(a-ib)^2 - iu^2 - 2(a-ib)u$$

vollständige Quadrate, jenes von

$$\frac{1}{\sqrt{2}}\left\{a+b+u+i(a-b-u)\right\},$$

dieses von

$$\frac{1}{\sqrt{2}}\left\{a+b-u+i(a-b+u)\right\};$$

setzt man $u+b$, sowie $u-b$ gleich z, so wird jenes Integral J

$$J = \frac{1}{2}\int_b^\infty \left(\frac{a+z+i(a-z)}{a^2+z^2}\right)^2 dz$$

$$-\frac{1}{2}\int_{-b}^\infty \left(\frac{a-z+i(a+z)}{a^2+z^2}\right)^2 dz =$$

$$2\int_b^\infty \frac{az\,dz}{(a^2+z^2)^2} + 2\int_{-b}^\infty \frac{az\,dz}{(a^2+z^2)^2}$$

$$+i\left\{\int_b^\infty \frac{a^2-z^2}{(a^2+z^2)^2}dz - \int_{-b}^\infty \frac{a^2-z^2}{(a^2+z^2)^2}dz\right\}$$

$$= 2\frac{a}{a^2+b^2} - 2i\frac{b}{a^2+b^2} = \frac{2}{a+ib}$$

und hiemit

$$2\int_0^\infty\int_0^\infty \frac{ye^{-a(x+y)}\cos b(x+y)}{y^2-x^2}\,dx\,dy$$

$$=2\int_0^\infty\int_0^\infty \frac{xe^{-a(x+y)}\cos b(x+y)}{x^2-y^2}\,dx\,dy$$

$$=\int_0^\infty\int_0^\infty \frac{e^{-a(x+y)}\cos b(x+y)}{x+y}\,dxdy = \frac{a}{a^2+b^2},$$

$$\int_0^\infty\int_0^\infty \frac{e^{-a(x+y)}\sin b(x+y)}{x+y}\,dx\,dy = \frac{b}{a^2+b^2}, \quad a > 0.$$

Die zweite der Formeln (8) besagt in unserem Falle, dass

$$\int_0^\infty\int_0^\infty \frac{e^{-(a+ib)(x+y)}}{x-y}\,dx\,dy = \int_0^\infty\int_0^\infty \frac{e^{-a(x+y)}\cos b(x+y)}{x-y}\,dx\,dy$$

$$=\int_0^\infty\int_0^\infty \frac{e^{-a(x+y)}\sin b(x+y)}{x-y}\,dx\,dy = \int_0^\infty\int_0^\infty \frac{e^{-a(x+y)}\cos bx\cos by}{x-y}\,dx\,dy$$

$$=\int_0^\infty\int_0^\infty \frac{e^{-a(x+y)}\sin bx\sin by}{x-y}\,dx\,dy = 0;$$

es bestätigt sich in der That die mit diesen Folgerungen identische Beziehung

$$\int_0^\infty e^{-2(a+ib)x}\, li\left(e^{+\overline{a+ib}x}\right)dx = 0$$

durch Substitution der für den complexen Integrallogarithmus geltenden unendlichen Reihe.

Die Leichtigkeit der Specialisirung der Formeln

$$\int_a^b\int_a^b \frac{\varphi(x)\varphi(y)}{x-y}\,dxdy = \int_a^b \varphi(x)\,dx\int_{a-x}^{b-x} \frac{\varphi(y+x)}{y}\,dy = 0,$$

$$\int_a^b\int_a^b \frac{\varphi(x)\varphi(y)}{x+y}\,dx\,dy = \int_0^\infty dz \int_a^b \varphi(x)\cos zx\,dx \int_a^b \varphi'(y)\sin zy\,dy$$

auch bei unveränderten Grenzen a und b mögen anhangsweise die Fälle $\varphi(x) = x^{p-1}$ für die erste, $\varphi(x) = 1$ für die zweite Formel darthun.

Bezeichnet p eine positive ganze Zahl, so ist im ersten Falle

$$\frac{\varphi(y+x)}{y} = y^{p-2} + (p-1)_1 y^{p-3}x + (p-1)_2 y^{p-4}x^2 + \ldots + \frac{x^{p-1}}{y}.$$

Das Integral

$$\int_a^b \varphi(x)\,dx \int_{a-x}^{b-x} \frac{\varphi(y+x)}{y}\,dy$$

ist hienach leicht bis auf das letzte Glied zu berechnen, für welches aber die Formel sehr einfach

$$\int_a^b x^{2p-2}\, l\,\frac{b-x}{a-x}\,dx = \int_0^\infty ly\,\frac{(b-ay)^{2p-2}}{(1-y)^{2p}}\,dy$$

$$= \Sigma\left[\frac{b^n-a^n}{n}\cdot\frac{b^{2p-n-1}-a^{2p-n-1}}{2p-n-1}\right]_{n=1}^{n=p-1}$$

ergibt, eine Bestimmung, welche für $b=a$ leicht zu bestätigen ist.

In der zweiten Formel ist für $\varphi(x) = 1$

$$2\int_0^\infty dz \int_a^b \cos zx\,dx \int_a^b \sin zy\,dy =$$

$$\int_0^\infty \left\{2\sin(a+b)z - \sin 2az - \sin 2bz\right\}\frac{dz}{z^2},$$

woher wegen

$$\frac{1}{2}\int_a^b\int_a^b \frac{dx\,dy}{x+y} = bl2b + al2a - (b+a)\,l(b+a)$$

eine willkürliche Formel

$$\int_0^\infty \frac{\sin az}{z^2}\,dz = -\,a l a$$

abstrahirt werden kann. Um dieselbe zu berichtigen, d. h. sie zu einer Hauptwerthsformel zu ergänzen, muss man beachten, dass die Divergenz des in Rede stehenden Integrals eine $a$fache logarithmische, der Divergenzfactor $\frac{a}{z}$ und der Modul desselben folglich $a\int_0^\infty \frac{dz}{z}$ ist. Es geht also auch die Hauptwerthsbestimmung für $\int_0^\infty \frac{\sin az}{z^2}\,dz$ aus derjenigen für den Integralcosinus ebenso hervor durch Integration dieser letzteren nach a wie der Differentialfactor aus $\frac{\cos az}{z}$ selbst. Diese Bemerkungen genügen, um das dem Modul $a\int_0^\infty \frac{dz}{z}$ angehörige Integral

$$\int_0^\infty \frac{\sin az}{z^2}\,dz \quad \text{als}$$

$$a\int_0^\infty \frac{dz}{z} - aC + a - \frac{1}{2}\,a\,l(a^2), \quad a \gtreqless 0$$

und für den Hauptwerth

$$\int_{(0)}^{(\infty)} \frac{\sin az}{z^2}\,dz = -\,a\,(C-1) - \frac{1}{2}\,a\,l(a^2),$$

zu erhalten. Das Aggregat solcher Functionen hat die Eigenschaft, verschiedene Moduli zu besitzen; nichtsdestoweniger kann auch hier ein continuirliches Aggregat gebildet werden, wie das eben analysirte Beispiel zeigt und es gehören demnach Moduli, die sich nur durch constante Factoren unterscheiden, in eine Kategorie. Es ist

$$A\int_0^\infty \frac{dz}{z}$$

der allgemeinste Modul logarithmischer Divergenz oder einer Divergenz ersten Grades.

Noch möge der Potenzreihenentwicklung für das Integral

$$\int_z^\infty \frac{\sin az}{z^2}\,dz$$

gedacht werden. Wie sich aus

$$-\int_z^\infty \frac{\cos az}{z}\,dz = -\int_0^\infty \frac{\cos az}{z}\,dz + \int_0^z \frac{\cos az}{z}\,dz$$

gemäss der Grenzformel

$$\operatorname{Lim}\left[\int_z^\infty \frac{dz}{z} + lz\right] = 0, \quad z = 0$$

die Divergenz $\int_0^\infty \frac{dz}{z}$ eliminirt, so aus

$$-\int_z^\infty \frac{\sin az}{z^2}\,dz = -\int_0^\infty \frac{\sin az}{z^2}\,dz + \int_0^z \frac{\sin az}{z^2}\,dz$$

ihr $a$facher Werth. Die Entwicklung des Integralcosinus zieht die folgende

$$-\int_z^\infty \frac{\sin az}{z^2}\,dz = a(C-1) + \frac{a}{2}\,l(a^2z^2) - \frac{a^3}{3!}\cdot\frac{z^2}{2} + \frac{a^5}{5!}\cdot\frac{z^4}{4!} - \ldots$$

unmittelbar nach sich.

II. Die Integrale $\int_0^\infty \frac{(lu')^n}{(u'u'')^\mu} du$ und $\int_0^\infty \frac{(lu'')^n}{(u'u'')^\mu} du$ für $u' = a + i(b+u)$, $u'' = a + i(b-u)$ und ihre Dependenzen.

Die Gleichung, welche auf Integrale der genannten Art, sowie auf ein der Entwicklung des $n$ten Differentialquotienten der Gammafunction adäquates Gesetz der Integration derselben führt, ist die Gleichung (9)

$$\int_\alpha^\beta \left\{ \varphi z \right\}^2 dz = \int_0^\infty du \left[\int_\alpha^\beta \cos uz \varphi z \, dz \right]^2$$
$$= \int_0^\infty du \left[\int_\alpha^\beta \sin uz \varphi z \, dz \right]^2, \tag{A}$$

wenn in ihr die Function φ durch

$$z^{\mu-1} (lz)^n e^{-(a+ib)z}$$

ersetzt wird. Die allgemeine Integralformel, welche dabei zur Anwendung kommt, ist

$$(p + iq)^\mu \int_0^\infty z^{\mu-1} (lz)^n e^{-(p+iq)z} dz = \tag{Aa}$$
$$\Gamma^{(n)}(\mu) - (n)_1 \Gamma^{(n-1)}(\mu) l(p+iq) + (n)_2 \Gamma^{(n-2)}(\mu) \{l(p+iq)\}^2$$
$$- \ldots \pm (n)_n \Gamma(\mu) \{l(p+iq)\}^n, \quad p > 0, \quad \mu > 0.$$

Dieselbe hat die Form der Binomialreihe und folgt aus der $n$maligen Derivation der Gleichung des Euler'schen Integrales

$$\int_0^\infty z^{\mu-1} e^{-(p+iq)z} dz = \frac{\Gamma(\mu)}{(p+iq)^\mu}$$

nach μ.

Es ist nun nicht allein vortheilhaft, sondern auch nothwendig, einen stufenweisen Gang in der Verwerthung der Doppelgleichung (A) einzuschlagen, in der Weise, dass wir zuerst den Fall $b=0$ erörtern und dabei gleichzeitig von Anfang eine Trennung der reellen und imaginären Bestandtheile vornehmen, sodann unter Beibehaltung der anfänglichen Trennung den allgemeinen Fall zunächst für $n=0,\ 1,\ 2$ etc., endlich ohne jene Sonderung bis zu dem in den Gleichungen (9) verborgenen allgemeinen Gesetze verfolgen.

Unserer Absicht entsprechend führen wir die Trennung unter der Voraussetzung $b=0$ schon in der Formel (Aa) durch, so dass

$$\int_0^\infty z^{\mu-1}(lz)^n e^{-(a+iu)z}\,dz = \frac{R_a - iR_u}{(a+iu)^\mu}$$

und speciell

$$\int_0^\infty z^{\mu-1}(lz)^n e^{-az}\cos uz\,dz = (R_a\cos\mu\vartheta - R_u\sin\mu\vartheta)(a^2+u^2)^{-\mu},$$

$$\int_0^\infty z^{\mu-1}(lz)^n e^{-az}\sin uz\,dz = (R_a\sin\mu\vartheta + R_u\cos\mu\vartheta)(a^2+u^2)^{-\mu},$$

$$R_a = \Gamma^{(n)}(\mu) - (n)_1\Gamma^{(n-1)}(\mu)\,lr + (n)_2\Gamma^{(n-2)}(\mu)(lr)^2 - \vartheta^2) - \ldots.$$

$$R_u = (n)_1\Gamma^{(n-1)}(\mu).\vartheta - (n)_2\Gamma^{(n-2)}(\mu)\,2\vartheta.lr + \ldots.,$$

$$r^2 = a^2 + u^2, \quad \vartheta = \operatorname{arc\,tan}\frac{u}{a};$$

die Doppelgleichung (A) liefert jetzt sogleich

$$\int_0^\infty \frac{(R_a\sin\mu\vartheta + R_u\cos\mu\vartheta)^2}{(a^2+u^2)^\mu}\,du =$$

$$\int_0^\infty \frac{(R_a\cos\mu\vartheta - R_u\sin\mu\vartheta)^2}{(a^2+u^2)^\mu}\,du =$$

$$\frac{\pi}{2}\int_0^\infty z^{2\mu-2}(lz)^{2n} e^{-2az}\,dz =$$

$$\frac{\pi}{2(2a)^{2\mu-1}}\Big\{\Gamma^{(2n)}(2\mu-1) - (2n)_1\Gamma^{(2n-1)}(2\mu-1)\,l2a + \ldots + \Gamma(2\mu-1)(l2a)^{2n}\Big\}.$$

Die beiden Beziehungen, welche hieraus durch Addition und Subtraction entspringen, lauten

$$\int_0^\infty \frac{R_a^2 + R_u^2}{(a^2+u^2)^\mu}\, du = \pi \int_0^\infty z^{2\mu-2} (lz)^{2n} e^{-2az}\, dz, \tag{I}$$

$$\int_0^\infty \frac{R_a^2 - R_u^2}{(a^2+u^2)^\mu} \cos 2\mu\vartheta\, du - \int_0^\infty \frac{2R_a R_u}{(a^2+u^2)^\mu} \sin 2\mu\vartheta\, du = 0, \tag{II}$$

und zeigen die Spaltung des vorliegenden Problems in einen auf endliche bestimmte Ausdrücke führenden Theil und ein auf dem betretenen Wege nicht weiter zu vereinfachendes isolirtes Resultat (II). Indem wir dies letztere sowie eine analoge, aus den Gleichungen (8) abzuleitende Formel

$$\int_0^\infty \frac{R_a^2 - R_u^2}{(a^2+u^2)^\mu} \sin 2\mu\vartheta\, du + \int_0^\infty \frac{2R_a R_u}{(a^2+u^2)^\mu} \cos 2\mu\vartheta\, du$$

$$= -\int_0^\infty\int_0^\infty \frac{e^{-a(x+y)}(xy)^{\mu-1}(lxly)^n}{x+y}\, dx\, dy$$

von der allgemeinen Betrachtung ausschliessen, erwähnen wir zugleich jene Eigenschaft, welche alle hier einschlägigen Entwicklungen kennzeichnet: sie reduciren sich nach Potenzen der in den verschiedenen Differentialquotienten $\Gamma(\mu)$ und $\Gamma(2\mu-1)$ auftretenden Constanten des Integrallogarithmus entwickelt, in den Coëfficienten ihrer Potenzen auf Null. Man erkennt dies in unserem Falle, wenn man vorerst für $\operatorname{arc\,tan}\frac{u}{a}$ ϑ und damit die Grenzen 0 und $\frac{\pi}{2}$ einführt; die Coëfficienten einer neuen berechtigten Entwicklung nach Potenzen von la geben in ihren Nullwerthen dieselben kettenartig sich ergänzenden und erweiternden Resultate. Es ist leicht einzusehen und bedarf keines besonderen Beweises, dass diese Eigenschaft auch bei der Einführung einer neuen Constante b noch richtig bleibt; eine Bestätigung dieser Verallgemeinerung ist indessen auch für diesen Fall leicht zu geben (siehe unten).

Wir fassen dies erste wichtige Resultat in kurzen Worten dahin zusammen, dass die speciellen sich isolirenden Integrale nicht in den Differentialquotienten der Gammafunctionen

$$\Gamma(\mu) \quad \text{und} \quad \Gamma(2\mu-1)$$

selbst, sondern in denen ihrer Logarithmen ausdrückbar sind.

Es ist jetzt der Ort, jener Analogie zu gedenken, welche zwischen der Entwicklung der Gammafunction nach Potenzen ihres derivirten Logarithmus und der Integration des Binomes

$$\frac{\{l(a+iu)\}^n + \{l(a-iu)\}^n}{(a^2+u^2)^\mu}$$

besteht. Um sogleich mit der letzteren zu beginnen, haben wir in den vollkommen identischen Formeln

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} \left\{ \frac{(l\sec\vartheta + i\vartheta)^n + (l\sec\vartheta - i\vartheta)^n}{2(\sec\vartheta)^{2\mu-2}} \right\} d\vartheta = \tag{III}$$

$$(-1)^n \Big[(t_1 - s_1 - l2)^n + (n)_2 (t_2 - s_2)(t_1 - s_1 - l2)^{n-2} + \dots$$
$$+ (t_n - s_n)\Big] \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{d\vartheta}{(\sec\vartheta)^{2\mu-2}}$$
$$= \Big[(s_1 - t_1 + l2)^n + (n)_2 (t_2 - s_2)(s_1 - t_1 + l2)^{n-2} + \dots$$
$$+ (-1)^n (t_n - s_n)\Big] \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{d\vartheta}{(\sec\vartheta)^{2\mu-2}}$$

zunächst die Zeichen s_q und t_q zu definiren und sodann jene Analogie, respective die Modificationen des Gesetzes für $D^n\Gamma(a)$ zu entwickeln.

Jene Zeichen s_q und t_q haben die Bedeutung

$$s_q = D^q l\Gamma(\mu), \quad t_q = D^q l\Gamma(2\mu-1);$$

die Abweichungen vom bekannten Gesetze beschränken sich auf die Vertretung des gemeinsamen Factors $\Gamma(a)$ durch das Normalintegral

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} (\cos \vartheta)^{2\mu-2}\, d\vartheta,$$

des Ausdruckes $D\,l\,\Gamma(a)$ durch $t_1 - s_1 - l2$, beziehungsweise $s_1 - t_1 + l2$, sowie der weiteren Differentialquotienten

$$D^q l\,\Gamma(a), \quad q > 1 \quad \text{durch} \quad t_q - s_q \quad \text{oder} \quad s_q - t_q,$$

endlich bezüglich der letzteren Formel allein — auf die Zeichenänderung aller in q geraden Ausdrücke $s_q - t_q$ noch ausserdem. Es möge hiezu bemerkt werden, dass die Formel (I) die Integrationen (III) nach la entwickelt nicht direct zu Tage bringt, sondern verschiedene Aggregate der einzelnen Binomglieder linker Hand von (III), welche zunächst zur Spaltung dieser Formeln in die isolirten Bedeutungen ihrer einzelnen Theile und hierdurch erst zur inductiven Abstraction des Gesetzes (III) hinleiten. Wir begnügen uns, diesen inductiven Weg, der bei Entwicklung nach Potenzen der Constanten $C = 0{\cdot}57721\ldots$ unmittelbar zum Ziele führt, in der Angabe der getrennten Resultate für die Substitutionen $n = 0$, 1 und 2 anzudeuten. Jedes einzelne derselben hat auf diesem Wege der Ableitung alle vorhergehenden zur nothwendigen Voraussetzung.

1) Fall $n = 0$.

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} (\cos \vartheta)^{2\mu-2}\, d\vartheta = \frac{\pi}{(2\mu-1)2^{2\mu-1}} \cdot \frac{\Gamma(2\mu)}{\Gamma(\mu)\Gamma(\mu)} = \Pi,$$

hiezu aus (II)

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} (\cos \vartheta)^{2\mu-2} \cos 2\mu\vartheta = 0;$$

2) Fall $n = 1$.

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} (l \sec \vartheta (\cos \vartheta)^{2\mu-2}\, d\vartheta = (s_1 - t_1 + l2)\, \Pi,$$

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} l \sec \vartheta)^2 (\cos \vartheta)^{2\mu-2} d\vartheta = \left[(s_1 - t_1 + l2)^2 + t_2 - \frac{1}{2} s_2\right] \Pi,$$

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} \vartheta^2 (\cos\vartheta)^{2\mu-2}\, d\vartheta = \frac{1}{2}\, s_2\, \Pi\,;$$

3) Fall $n = 2$.

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} (l \sec\vartheta)^3 (\cos\vartheta)^{2\mu-2}\, d\vartheta =$$

$$\left[(s_1 - t_1 + l2)^3 + 3\left(t_2 - \frac{s_2}{2}\right)(s_1 - t_1 + l2) + \frac{1}{4} s_3 - t_3\right]\Pi,$$

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} \vartheta^2 l \sec\vartheta\, (\cos\vartheta)^{2\mu-2}\, d\vartheta = \left[\frac{1}{2}\, s_2\, (s_1 - t_1 + l2) - \frac{1}{4}\, s_3\right]\Pi\,;$$

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} (l \sec\vartheta)^4 (\cos\vartheta)^{2\mu-2}\, d\vartheta =$$

$$\left[(s_1 - t_1 + l2)^4 + 6\left(t_2 - \frac{1}{2} s_2\right)(s_1 - t_1 + l2)^2 + (s_3 - 4t_3)(s_1 - t_1 + l2)\right.$$

$$\left. + 3t_2^2 - 3t_2 s_2 + \frac{3}{4} s_2^2 + t_4 - \frac{1}{8}\, s_4\right]\Pi,$$

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} \vartheta^2 (l \sec\vartheta)^2 (\cos\vartheta)^{2\mu-2}\, d\vartheta =$$

$$\left[\frac{1}{2} s_2 (s_1 - t_1 + l2)^2 - \frac{1}{2} s_3 (s_1 - t_1 + l2) - \frac{1}{4} s_2^2 + \frac{1}{2} s_2 t_2 + \frac{1}{8}\, s_4\right]\Pi,$$

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} \vartheta^4 (\cos\vartheta)^{2\mu-2}\, d\vartheta = \left[\frac{3}{4} s_2^2 - \frac{1}{8}\, s_4\right]\Pi.$$

Die Annahme $\mu = 1$ erledigt sich durch die Bemerkung $\mu = 2\mu - 1$; dann ist

$$s'_q = t'_q = (-1)^q (q-1)!\, \Sigma(k^{-q})_{k=1}^{k=\infty}\,,\quad q = 2, 3, \ldots n$$

$$s'_1 = t'_1 = -C = -0{\cdot}5772156649\ \ldots$$

und es ergeben sich die Bestimmungen

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} l \sec \vartheta \, d\vartheta = \frac{\pi}{2} l2,$$

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} (l \sec \vartheta)^2 d\vartheta = \frac{\pi^3}{24} + \frac{\pi}{2} (l2)^2,$$

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} (l \sec \vartheta)^3 d\vartheta = \frac{3}{4} s'_3 \pi + \frac{\pi^3}{8} l2 + \frac{\pi}{2} (l2)^3,$$

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} (l \sec \vartheta)^4 d\vartheta = \frac{19}{480} \pi^5 + 3 l2 \, s'_3 \pi + \frac{\pi^3}{4} (l2)^2 + \frac{\pi}{2} (l2)^4,$$

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} \vartheta^2 l \sec \vartheta d\vartheta = \frac{1}{4} s'_3 \pi + \frac{\pi^3}{24} l2,$$

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} \vartheta^2 (l \sec \vartheta)^2 d\vartheta = \frac{11}{1440} \pi^5 + \frac{1}{2} lz \, s'_3 \pi + \frac{\pi^3}{24} (lz)^2,$$

welche durch die Reihe

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} (l \sec \vartheta)^n d\vartheta = n! \left(1 + \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{3^{n+1}} + \frac{1 \cdot 3}{2 \cdot 4} \cdot \frac{1}{5^{n+1}} + \dots\right)$$

leicht controlirt werden können.

Die Einführung einer Constante b in die Untersuchung, in der Art, dass nunmehr

$$\varphi = \psi = z^{\mu - 1} (lz)^n e^{-(a + ib)z}$$

genommen wird, ist gleichbedeutend mit der Erweiterung des

Arguments u zu $u+b$ oder $u-b$ in den Reihen

$$R_a = \Gamma^{(n)}(\mu) - (n)_1 \Gamma^{(n-1)}(\mu)\, lr + (n)_2 \Gamma^{(n-2)}(\mu)(lr^2 - \vartheta^2) - \ldots,$$

$$R_u = (n)_1 \Gamma^{(n-1)}(\mu) . \vartheta - (n)_2 \Gamma^{(n-2)}(\mu)\, 2\, lr . \vartheta + \ldots\ldots;$$

$$r^2 = a^2 + u^2,$$

$$\vartheta = \operatorname{arc\,tan} \frac{u}{a}.$$

Es möge diese Erweiterung an R bezüglich durch einen oder durch zwei Striche (R', R'') erkenntlich gemacht werden. Die Formel (A) fordert die Quadrirung der neuen Gleichungen

$$2\int_0^\infty x^{\mu-1}\,(lx)^n\, e^{-(a+ib)x} \cos ux\, dx =$$

$$\int_0^\infty x^{\mu-1}(lx)^n e^{-ax}[\{\cos(u+b)x + \cos(u-b)x\} - i\{\sin(u+b)x -$$
$$- \sin(u-b)x\}]\, dx$$

$$= [\{R'_a \cos\mu\vartheta' - R'_u \sin\mu\vartheta'\} - i\,\{R'_a \sin\mu\vartheta' + R'_u \cos\mu\vartheta'\}]\, r'^{-\mu}$$
$$+ [\{R''_a \cos\mu\vartheta'' - R''_u \sin\mu\vartheta''\} + i\{R''_a \sin\mu\vartheta'' + R''_u \cos\mu\vartheta''\}]\, r''^{-\mu},$$

$$2\int_0^\infty x^{\mu-1}\,(lx)^n\, e^{-(a+ib)x} \sin ux\, dx =$$

$$\int_0^\infty x^{\mu-1}\,(lx)^n e^{-ax}[\{\sin(u+b)x + \sin(u-b)x\} + i\{\cos(u+b)x -$$
$$- \cos(u-b)x\}]\, dx$$

$$= [\{R'_a \sin\mu\vartheta' + R'_u \cos\mu\vartheta'\} + i\{R'_a \cos\mu\vartheta' - R'_u \sin\mu\vartheta'\}]\, r'^{-\mu}$$
$$+ [\{R''_a \sin\mu\vartheta'' + R''_u \cos\mu\vartheta''\} - i\{R''_a \cos\mu\vartheta - R''_u \sin\mu\vartheta''\}]\, r''^{-\mu},$$

wobei sich als neue Kürzungen

$$\frac{R_a \cos\mu\vartheta - R_u \sin\mu\vartheta}{r^\mu} = A,$$

$$\frac{R_u \cos\mu\vartheta + R_a \sin\mu\vartheta}{r^\mu} = B$$

empfehlen. Hiemit nehmen bei der nun folgenden Sonderung der reellen und imaginäre Theile die Formeln (A) eine sehr compendiöse Gestalt an; indem man für sie

$$\int_0^\infty [(A' + A'')^2 - (B' - B'')^2]\, du =$$

$$\int_0^\infty [(B' + B'')^2 - (A' - A'')^2]\, du = 2\pi\, A(2\mu-1,\ 2n,\ 2a,\ 2b)\,,$$

$$\int_0^\infty (A' + A'')(B' - B'')\, du = \int_0^\infty -(A' - A'')(B' + B'')\, du$$

$$= \pi\, B(2\mu-1,\ 2n,\ 2a,\ 2b)$$

erhält, erkennt man auf der Stelle die bereits erwähnte Doppelnatur des Problemes; man hat nämlich

$$\int_0^\infty (A'A'' + B'B'')\, du = \pi A\,,$$

$$\int_0^\infty \{(A'^2 + A''^2) - (B'^2 + B''^2)\}\, du = 0\,,$$

$$\int_0^\infty (A'B'' - A''B')\, du = -\pi B\,,$$

$$\int_0^\infty (A'B' - A''B'')\, du = 0\,,$$

oder indem man für A und B, A', A'', B' und B'' ihre ursprünglichen Bedeutungen restituirt

$$\int_0^\infty [(R'_n R''_\varkappa - R''_n R'_\varkappa) \sin \mu(\vartheta' - \vartheta'')$$

$$+ (R'_n R''_n + R'_\varkappa R''_\varkappa) \cos \mu\,(\vartheta' - \vartheta'')](r'r'')^{-\mu}\, du \qquad (a)$$

$$= \pi \int_0^\infty z^{2\mu-2} (lz)^{2n} e^{-2az} \cos 2bz\, dz\,,$$

$$\int_0^\infty [(R'^2_a - R'^2_u)\cos 2\mu\vartheta' - 2R'_a R'_u \sin 2\mu\vartheta']\, r'^{-2\mu}\, du \qquad (b)$$

$$+\int_0^\infty [(R''^2_a - R''^2_u)\cos 2\mu\vartheta'' - 2R''_a R''_u \sin 2\mu\vartheta'']\, r''^{-2\mu}\, du = 0;$$

$$\int_0^\infty [(R'_a R''_u - R'_u R''_a)\cos\mu(\vartheta' - \vartheta'')$$

$$-(R'_a R''_a + R'_u R''_u)\sin\mu(\vartheta' - \vartheta'')](r'r'')^{-\mu}\, du \qquad (c)$$

$$= -\pi\int_0^\infty z^{2\mu-2}(lz)^{2n} e^{-2az}\sin 2bz\, dz,$$

$$\int_0^\infty [(R'^2_a - R'^2_u)\sin 2\mu\vartheta' + 2R'_a R'_u \cos 2\mu\vartheta']\, r'^{-2\mu}\, du \qquad (d)$$

$$-\int_0^\infty [(R''^2_a - R''^2_u)\sin 2\mu\vartheta'' + 2R''_a R''_u \cos 2\mu\vartheta'']\, r''^{-2\mu}\, du = 0.$$

$$r'^2 = a^2 + (u+b)^2, \qquad \vartheta' = \operatorname{arc\,tan}\frac{u+b}{a},$$

$$r''^2 = a^2 + (u-b)^2, \qquad \vartheta'' = \operatorname{arc\,tan}\frac{u-b}{a}.$$

Die Gleichungen (b) und (d) stehen zu (a) und (c) in Gegensatz; sie lassen sich nicht auf einfachere Resultate durch Specialisirung des n zurückführen, wenn mit dem Begriffe grösserer Einfachheit zugleich auch der Begriff der weiteren Spaltung durch Combination der speciellen Resultate verbunden wird. Wir lassen auch hier die isolirten, durch Gleichungen von den Analogien der Fourier'schen Integrale her, d. h. durch unendliche Reihen zu ergänzenden und zu erläuternden Formeln (b) und (d) ausser Betracht; bezüglich der Formeln (a) und (c) führen wir die Specialisirungen

$$n = 0,\ 1 \text{ und } 2$$

wieder vollständig durch, schicken aber vorerst eine allgemeine Bemerkung über deren gegenseitiges Verhältniss voraus.

Es ist, wie bemerkt

$$\int_0^\infty z^{2\mu-2}(lz)^{2n}e^{-2az}\cos 2bz\,dz =$$

$$\frac{R_{2a}\cos(2\mu-1)\vartheta - R_{2b}\sin(2\mu-1)\vartheta}{r^{2\mu-1}}$$

$$\int_0^\infty z^{2\mu-2}(lz)^{2n}e^{-2az}\sin 2bz\,dz =$$

$$\frac{R_{2a}\sin(2\mu-1)\vartheta + R_{2b}\cos(2\mu-1)\vartheta}{r^{2\mu-1}}$$

$$r^2 = 4a^2 + 4b^2, \qquad \vartheta = \operatorname{arc\,tan}\frac{b}{a};$$

linker Hand von (a) und (c) stehen unter den Integralzeichen Differentiale verwandten Baues, so dass $\vartheta' - \vartheta''$ durch $-\vartheta$,

$$R'_a R''_u - R''_a R'_u \quad \text{durch} \quad R_{2b}$$

$$R'_a R''_a + R'_u R''_u \quad \text{durch} \quad -R_{2a}$$

vertreten ist. Es legt diese Symmetrie die Abkürzung nahe, jede der Formeln (a) und (c) in zwei Formeln, eine mit dem Cosinus, die andere mit dem Sinus als beiderseitigem Factor zu zerfällen. Danach correspondiren die folgenden durch $\backsim$ geschiedenen Ausdrücke, deren je vier gemäss $a)$ und $c)$ zu verknüpfen sind.

$$\int_0^\infty (R'_a R''_u - R''_a R'_u)\sin\mu(\vartheta' - \vartheta'')(r'r'')^{-\mu}\,du$$
$$\backsim -\pi r^{1-2\mu}R_{2b}\sin(2\mu-1)\vartheta,$$

$$\int_0^\infty (R'_a R''_u - R''_a R''_u)\cos\mu(\vartheta' - \vartheta'')(r'r'')^{-\mu}\,du$$
$$\backsim -\pi r^{1-2\mu}R_{2b}\cos(2\mu-1)\vartheta,$$

$$\int_0^\infty (R'_a R''_a + R'_u R''_u) \sin \mu(\vartheta' - \vartheta'')(r'r'')^{-\mu} du$$

$$\backsim \pi r^{1-2\mu} R_{2a} \sin (2\mu - 1)\vartheta,$$

$$\int_0^\infty (R'_a R''_a + R'_u R''_u) \cos \mu(\vartheta' - \vartheta'')(r'r'')^{-\mu} du$$

$$\backsim \pi r^{1-2\mu} R_{2a} \cos (2\mu - 1)\vartheta,$$

wobei die früheren Bezeichnungen gelten.

Bezüglich der Specialisirungen nun $n = 0$, 1 und 2 und der damit verbundenen Entwicklung nach Potenzen von C, sei zuerst im allgemeinen erwähnt, dass, weil in der Entwicklung von $D^n\Gamma(a)$ als höchster Exponent von $Dl\Gamma(a)$ gleichfalls die Zahl n erscheint und

$$Dl\Gamma(\mu) = \sigma_1 - C, \quad Dl\Gamma(2\mu - 1) = \tau_1 - C$$

der Fall $n = n$ an Stelle der vorstehenden Formeln rechter und linker Hand Entwicklungen folgender Art liefert

$$\alpha_{2n} C^{2n} + \alpha_{2n-1} C^{2n-1} + \quad . \quad . \quad . \quad \alpha_0 =$$
$$\beta_{2n} C^{2n} + \beta_{2n-1} C^{2n-1} + \quad . \quad . \quad . \quad \beta_0,$$

oder

$$\gamma_{2n} C^{2n} + \gamma_{2n-1} C^{2n-1} + \gamma_{2n-2} C^{2n-2}$$
$$+ \quad . \quad . \quad . \quad . \quad + \gamma_1 C + \gamma_0 = 0.$$

Nimmt man nun vorerst $n = 0$ so enthält

$$\gamma_0^{(0)} = 0$$

die Formel für das Normalintegral des Problems; ist sodann $n = 1$, so zeigt sich in

$$\gamma_2 C^2 + \gamma_1 C^1 + \gamma_0 = 0$$

γ_2 als $c_2 \cdot \gamma_0^{(0)}$, also

$$\gamma_2 = 0.$$

Dasselbe ist allgemein in der Entwicklung des Falles $n = n$ der Fall, d. h. auch γ_{2n} ist $c_{2n} \cdot \gamma_0^{(0)}$ und

$$\gamma_{2n} = 0.$$

In dieser Entwicklung stellen die Coëfficienten γ_0, γ_1 etc. bis γ_{2n} ein Gesetz dar und lassen nach demselben γ_0, γ_1, γ_2 etc. sich sämmtlich blos durch γ_{2n} ausdrücken; nunmehr liefert die obige Entwicklung, da γ_{2n} von C unabhängig ist,

$$\gamma_{2n} = \gamma_{2n-1} = \gamma_{2n-2} = \quad . \quad . \quad . \quad = \gamma_1 = \gamma_0 = 0.$$

Man überzeugt sich bald, dass für jede Specialisirung $n = p$ nur die Coëfficienten $\gamma_p^{(p)}$ bis $\gamma_0^{(p)}$ neue Resultate enthalten.

Diese Resultate nun lauten der Reihe nach ohne weitere Vereinfachung

1) im Falle $n = 0$.

$$\int_0^\infty \frac{\cos\mu(\vartheta'-\vartheta'')}{(r'r'')^\mu}\,du = \frac{\pi}{(2\mu-1)r^{2\mu-1}}\cdot\frac{\Gamma(2\mu)}{\Gamma(\mu)\Gamma(\mu)}.\cos\{(2\mu-1)\vartheta\} = \Pi_1,$$

$$\int_0^\infty \frac{\sin\mu(\vartheta'-\vartheta'')}{(r'r'')^\mu}\,du = \frac{\pi}{(2\mu-1)r^{2\mu-1}}\cdot\frac{\Gamma(2\mu)}{\Gamma(\mu)\Gamma(\mu)}.\sin\{(2\mu-1)\vartheta\} = \Pi_2;$$

2) im Falle $n = 1$.

$$\int_0^\infty \frac{l(r'r'')}{(r'r'')^\mu}\cos,\sin\mu(\vartheta'-\vartheta'')\,du \backsim 2(s_1 - t_1 + lr)\,\Pi_{(1,\,2)},$$

$$\int_0^\infty \frac{\vartheta'-\vartheta''}{(r'r'')^\mu}\cos\sin\mu(\vartheta'-\vartheta'')\,du \backsim 2\vartheta\Pi_{(1,\,2)};$$

$$\int_0^\infty \frac{lr'lr''+\vartheta'\vartheta''}{(r'r'')^\mu}\cos,\sin\mu(\vartheta'-\vartheta'')\,du \backsim$$

$$\{(s_1 - t_1 + lr)^2 + t_2 - \vartheta^2\}\,\Pi_{(1,2}$$

$$\int_0^\infty \frac{\vartheta' lr'' - \vartheta'' lr'}{(r'r'')^\mu} \cos, \sin \mu(\vartheta' - \vartheta'')\, du \backsim$$

$$\int_0^\infty \frac{\vartheta' lr' - \vartheta'' lr''}{(r'r'')^\mu} \cos, \sin \mu(\vartheta' - \vartheta'')\, du \backsim$$

$$2\vartheta(s_1 - t_1 + lr)\Pi_{(1,2)};$$

3) im Falle $n = 2$.

$$\int_0^\infty \frac{(lr'r'')^2 - (\vartheta' - \vartheta'')^2}{(r'r'')^\mu} \cos, \sin \mu(\vartheta' - \vartheta'')\, du \backsim$$

$$4\left\{(s_1 - t_1 + lr)^2 + t_2 - \frac{1}{2} s_2 - \vartheta^2\right\} \Pi_{(1,2)},$$

$$\int_0^\infty \frac{(\vartheta' - \vartheta'')\, l(r'r'')}{(r'r'')^\mu} \cos, \sin \mu(\vartheta' - \vartheta'')\, du$$

$$\backsim 4\vartheta(s_1 - t_1 + lr)\, \Pi_{(1,2)};$$

$$\int_0^\infty \frac{(lr'lr'' + \vartheta'\vartheta'')\, l(r'r'') - (\vartheta' lr'' - \vartheta'' lr')(\vartheta' - \vartheta'')}{(r'r'')^\mu}$$

$$\cos, \sin \mu(\vartheta' - \vartheta'')\, du$$

$$\backsim 2\,[(s_1 - t_1 + lr)^3 + (3t_2 - 3\vartheta^2 - s_2)(s_1 - t_1 + lr) - t_3]\Pi_{(1,2)},$$

$$\int_0^\infty \frac{(\vartheta' lr'' - \vartheta'' lr')\, l(r'r'') + (\vartheta' - \vartheta'')(lr'lr'' + \vartheta'\vartheta'')}{(r'r'')^\mu}$$

$$\cos, \sin \mu\, \vartheta' - \vartheta'')\, du \backsim$$

$$\backsim 2[3(s_1 - t_1 + lr)^2 + (3t_2 - s_2 - \vartheta^2)]\, \vartheta\Pi_{(1,2)};$$

$$\int_0^\infty \frac{(lr'lr'' + \vartheta'\vartheta'')^2 - (\vartheta' lr'' - \vartheta'' lr')^2}{(r'r'')^\mu} \cos, \sin \mu(\vartheta' - \vartheta'')\, du$$

$$\backsim [(s_1 - t_1 + lr)^4 + (6t_2 - 2s_2 - 6\vartheta^2)(s_1 - t_1 + lr)^2 - (6t_2 - 2s_2)\vartheta^2$$

$$- 4t_3(s_1 - t_1 + lr) + 3t_2^2 - 2t_2 s_2 + s_2^2 + t_4 + \vartheta^4]\, \Pi_{(1,2)},$$

$$\int_0^{\infty} \frac{(lr'lr'' + \vartheta'\vartheta'')(\vartheta' lr'' - \vartheta'' lr')}{(r'r'')^{\mu}} \cos, \sin \mu(\vartheta' - \vartheta'')\, du$$

$$\backsim 2[(s_1 - t_1 + lr)^2 + (3t_2 - s_2 - \vartheta^2)(s_1 - t_1 + lr) - 2t_3) \times \vartheta \Pi_{(1,\,2)}.$$

Ehe wir zur allgemeinsten Discussion der Gleichungen (A) übergehen, reduciren wir fünf der vorstehenden Formeln auf einen Bogen als unabhängiges Argument; es sind die Formeln, welche die Ausdrücke $l(r'r'')$ und $(\vartheta' - \vartheta'')$ allein enthalten. Wir setzen

$$\vartheta' - \vartheta'' = \vartheta,$$

woraus der Reihe nach

$$r'r'' = 2ab\csc\vartheta, \quad bu = (^2 - a^2 + 2ab\cot\vartheta)^{\frac{1}{2}}$$

$$du = -ab\csc^2\vartheta\,(b^2 - a^2 + 2ab\cot\vartheta)^{-\frac{1}{2}} d\vartheta$$

zu substituiren ist und erhalten für die bezeichneten fünf Formeln

$$\frac{1}{2}\int_0^{2\arctan\frac{b}{a}} (b^2 - a^2 + 2ab\cot\vartheta)^{-\frac{1}{2}} (\sin\vartheta)^{\mu-2} \cos, \sin \mu\vartheta d\vartheta$$

$$= \Pi_{(1,\,2)}(2ab)^{\mu-1} = \Pi(';''),$$

$$\frac{1}{2}\int_0^{2\arctan\frac{b}{a}} l2ab\csc\vartheta(b^2 - a^2 + 2ab\cot\vartheta)^{-\frac{1}{2}} (\sin\vartheta)^{\mu-2} \cos;\sin \mu\,\vartheta d\vartheta$$

$$\backsim 2\left(s_1 - t_1 + lr\right)\Pi_{(';'')},$$

$$\frac{1}{2}\int_0^{2\arctan\frac{b}{a}} \vartheta(b^2 - a^2 + 2ab\cot\vartheta)^{-\frac{1}{2}} (\sin\vartheta)^{\mu-2} \cos;\sin \mu\vartheta d\vartheta$$

$$\backsim 2\vartheta\Pi_{(';'')},$$

$$\frac{1}{2}\int_0^{2\arctan\frac{b}{a}} \{(l2ab\csc\vartheta)^2 - \vartheta^2\}(b^2 - a^2 + 2ab\cot\vartheta)^{-\frac{1}{2}} (\sin\vartheta)^{\mu-2}\cos;$$

$$\sin\mu\vartheta d\vartheta = 4\left\{\left(s_1 - t_1 + lr\right)^2 + t_2 - \frac{1}{2}s_2 - \right.$$

$$\left. - \vartheta^2\right\}\Pi^{(';'')},$$

$$\frac{1}{2}\int_0^{2\arctan\frac{b}{a}} \vartheta l 2ab\csc\vartheta\,(b^2 - a^2 + 2ab\cot\vartheta)^{-\frac{1}{2}}(\sin\vartheta)^{\mu-2}\cos;$$

$$\sin\mu\vartheta d\vartheta \backsim 4\vartheta(s_1 - t_1 + lr\,\Pi_{(';\,'')}.$$

Ist $b = a$, so nehmen dieselben folgende Formen an

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} \sqrt{\tan\vartheta}\,(\sin\vartheta)^{\mu-2}\cos,\ \sin\mu\vartheta\, d\vartheta =$$

$$\frac{\pi}{(2\mu-1)\,2^{2\mu-2}}\cdot\frac{\Gamma(2\mu)}{\Gamma(\mu)\Gamma(\mu)}\cdot\cos,\ \sin(2\mu-1)\frac{\pi}{4} = J_{(1,\,2)},$$

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} 2\csc\vartheta\sqrt{\tan\vartheta}\,(\sin\vartheta)^{\mu-2}\cos,\ \sin\mu\vartheta d\vartheta$$

$$\backsim 2(s_1 - t_1 + l2\sqrt{2})\,J_{(1,\,2)},$$

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} \vartheta\sqrt{\tan\vartheta}\,(\sin\vartheta)^{\mu-2}\cos,\ \sin\mu\vartheta\, d\vartheta \backsim \frac{\pi}{2}J_{(1,\,2)},$$

$$\int_0^{\frac{2}{\pi}} \{(l2\csc\vartheta)^2 - \vartheta^2\}\sqrt{\tan\vartheta}\,(\sin\vartheta)^{\mu-2}\cos,\ \sin\mu\vartheta d\vartheta$$

$$\backsim 4\left\{(s_1 - t_1 + l2\sqrt{2})^2 + t_2 - \frac{1}{2}s_2 - \frac{1}{2} - \frac{1}{16}\pi^2\right\}J_{(1,\,2)},$$

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} \vartheta 2l\csc\vartheta\sqrt{\tan\vartheta}\,(\sin\vartheta)^{\mu-2}\cos,\ \sin\mu\mu d\vartheta$$

$$\backsim \pi(s_1 - t_1 + l2\sqrt{2})\,J_{(1,\,2)},$$

und es ist schliesslich für $\mu = 1$

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} (\cot, \tan \vartheta)^{\frac{1}{2}}\, d\vartheta = \frac{\pi}{\sqrt{2}},$$

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} l\csc\vartheta \sqrt{\cot \vartheta, \tan \vartheta}\, d\vartheta \backsim \sqrt{2}\,\pi\, l2,$$

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} \vartheta \sqrt{\cot \vartheta, \tan \vartheta}\, d\vartheta \backsim \frac{\pi^2}{2\sqrt{2}},$$

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} \left((l2\csc\vartheta)^2 - \vartheta^2\right)\sqrt{\cot \vartheta, \tan \vartheta}\, d\vartheta \backsim$$

$$\backsim \sqrt{2}\,\pi\left(2\,(l2\sqrt{2})^2 + \frac{\pi^2}{24}\right),$$

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} \vartheta l2\csc\vartheta \sqrt{\cot \vartheta, \tan \vartheta}\, d\vartheta \backsim \frac{\pi^2}{\sqrt{2}}\, l2\sqrt{2}.$$

Um nunmehr aus dem vorstehenden Formelsystem ein die Formel (III) als speciellen Fall in sich enthaltendes allgemeines Gesetz zu finden, auf welches die grosse Regelmässigkeit des Baues der einzelnen Formeln hinweist, gehen wir, wie bemerkt, zu den Gleichungen (A) zurück, in welchen wir jetzt

$$\cos ux = \frac{e^{+iux} + e^{-iux}}{2},$$

$$\sin ux = \frac{e^{+iux} - e^{-iux}}{2i}$$

substituiren. Hiedurch werden die Gleichungen (A), wenn,

$$u' = a + i(b + u), \quad u'' = a + i(b - u),$$

$$\int_0^\infty du \left[\int_0^\infty x^{\mu-1}\,(lx)^n \left\{e^{-u'x} + e^{-u''x}\right\} dx\right]^2$$

$$= -\int_0^\infty du \left[\int_0^\infty x^{\mu-1} (lx)^n \{e^{-u'x} - e^{-u''x}\} dx\right]^2$$

$$= 2\pi \int_0^\infty z^{2\mu-2} (lz)^{2n} e^{-2(a+ib)z} dz = 2\pi \frac{S}{s^{2\mu-1}},$$

$$S = \Gamma^{(2n)}(2\mu-1) - (2n)_1 \Gamma^{(2n-1)}(2\mu-1)\, ls + \ldots$$
$$+ (2n)_{2n} \Gamma(2\mu-1)(ls)^{2n}, \quad s = 2(a+ib).$$

Führt man für die Integrale linker Hand die analogen Bezeichnungen U', U'', u' und u'' ein, so lauten dieselben Gleichungen in sehr knapper, übersichtlicher Schreibweise

$$\int_0^\infty \left(\frac{U'}{u'^\mu} + \frac{U''}{u''^\mu}\right)^2 du = -\int_0^\infty \left(\frac{U'}{u'^\mu} - \frac{U''}{u''^\mu}\right)^2 du = 2\pi \frac{S}{s^{2\mu-1}}$$

und man entnimmt ihnen die doppelte Beziehung

$$\int_0^\infty \frac{U'^2}{u'^{2\mu}} du + \int_0^\infty \frac{U''^2}{u''^{2\mu}} du = 0,$$

$$\int_0^\infty \frac{U'U''}{(u'u'')^\mu} du = \pi \frac{S}{s^{2\mu-1}}.$$

Die erstere Gleichung lassen wir ausser Betracht, in der zweiten specialisiren wir sofort, ohne vorherige Trennung des Reellen und Imaginären, die Zahl n und erhalten in den drei ersten Fällen $n = 0$ bis $n = 2$ die Formeln, in welchen s durch u ersetzt ist,

1) $n = 0$.

$$\int_0^\infty \frac{du}{(u'u'')^\mu} = \frac{\pi}{(2\mu-1)u^{2\mu-1}} \cdot \frac{\Gamma(2\mu)}{\Gamma(\mu)\Gamma(\mu)} = \Lambda;$$

2) $n = 1$.

$$\int_0^\infty \frac{l(u'u'')}{(u'u'')^\mu} du = 2(s_1 - t_1 + lu)\,\Lambda,$$

$$\int_0^\infty \frac{lu'lu''}{(u'u'')^\mu} du = \{(s_1 - t_1 + lu)^2 + t_2\}\,\Lambda;$$

3) $n = 2$.

$$\int_0^\infty \frac{(lu'u'')^2}{(u'u'')^\mu} du = 4\left\{(s_1 - t_1 + lu)^2 + t_2 - \frac{1}{2} s_2\right\}\Lambda,$$

$$\int_0^\infty \frac{(lu')^2 + (lu'')^2}{(u'u'')^\mu} du = 2\{(s_1 - t_1 + lu)^2 + t_2 - s_2\}\,\Lambda;$$

$$\int_0^\infty \frac{lu'l(u'u'')lu''}{(u'u'')^\mu} du = 2\{(s_1 - t_1 + lu)^3 + (3t_2 - s_2)(s_1 - t_1 + lu) - t_3\}\,\Lambda;$$

$$\int_0^\infty \frac{(lu'lu'')^2}{(u'u'')^\mu} du =$$

$$\{(s_1 - t_1 + lu)^4 + (6t_2 - 2s_2)(s_1 - t_1 + lu)^2$$
$$- 4t_3(s_1 - t_1 + lu) + t_2^2 - 2t_2s_2 + s_2^2 + t_4\}\,\Lambda.$$

$$u' = a + i(b + u), \quad u'' = a + i(b - u), \quad u = 2(a + ib).$$

Der Ausdruck

$$\int_0^\infty \frac{(lu')^2 + (lu'')^2}{(u'u'')^\mu} du$$

geht für $b = 0$ in

$$2\int_0^\infty \frac{\{l(a^2 + u^2)\}^2 - \left(\operatorname{arc\,tan} \frac{u}{a}\right)^2}{(a^2 + u^2)^\mu} du$$

oder

$$2\int_0^\infty \frac{(l \sec \vartheta)^2 - \vartheta^2}{(\sec \vartheta)^{2\mu - 2}} d\vartheta,$$

über, welches sich unter die allgemeine Form in (III) linker Hand einreiht, und in der That hat auch rechter Hand obige Formel den Ausdruck des Gesetzes rechter Hand von (III). Hienach ist nunmehr der Schluss vom Besondern auf das Allgemeine sehr leicht.

Bedenkt man, dass

$$lu' = l(a + ib + iu) = \varphi(a + ib, u) + i\psi(a + ib, u),$$
$$lu'' = l(a + ib - iu) = \varphi(a + ib, u) - i\psi(a + ib, u),$$

wo φ und ψ für $b = 0$ in $\frac{1}{2}\, l(a^2 + u^2)$ und arc tan $\frac{u}{a}$ übergehen, so kann man mittelst dieser Auffassung die Analogie des Integrals

$$\int_0^\infty \frac{(lu')^n + (lu'')^n}{(u'u'')^\mu}\, du$$

mit demjenigen in (III) unmittelbar darstellen und wird mit Rücksicht auf die obige Bestimmung des speciellen Falles $n = 2$ von selbst auf die allgemeine Formel

$$\int_0^\infty \frac{(lu')^n + (lu'')^n}{2(u'\,u'')^\mu}\, du = (-1)^n[(t_1 - s_1 - lu)^n$$
$$+ (n)_2 (t_2 - s_2)(t_1 - s_1 - lu)^{n-2} + \ldots + (t_n - s_n)]\, \Lambda$$
$$= [s_1 - t_1 + lu)^n + (n)_2 (t_2 - s_2)(s_1 - t_1 + lu)^{n-2} + \ldots$$
$$(-1)^n (t_n - s_n)]\, \Lambda,$$

geleitet. Sie ist von (III) nur durch die Grössen lu und Λ verschieden, welche hier an die Stelle von $l2$ und Π treten. Es ist diese Formel durch die weiteren Specialisirungen $n = 3, 4$ etc., welche die Integrale mit $(lu')^3 + (lu'')^3$, $(lu')^4 + (lu'')^4$ etc. direct liefern, leicht zu bestätigen. Die Trennung der reellen und imaginären Theile, die Annahmen $b = 0$, $b = a$ und $\mu = 1$ geben aus den allgemeinen Resultaten alle im Vorhergehenden entwickelten Einzelheiten wieder.

Theorie der Schwingungscurven.

Von Dr. **Felix Ritter v. Strzelecki,**

Professor der Physik an der k. k. technischen Akademie in Lemberg.

(Vorgelegt in der Sitzung am 22. Februar 1872.)

Einleitung.

I.

Wir bezeichnen die Schwingungsdauern von n elementaren Schwingungen mit

$$T_1, T_2, \ldots T_n, \tag{1}$$

und nehmen an, dass dieselben gegen einander messbar sind[1].

Ist

$$a, b, \ldots i \tag{2}$$

eine Gruppe der in (1) erscheinenden Zeiger, und

$$p, q, \ldots s \tag{3}$$

die Gruppe der übrigen, so werden wir die Gruppe (2) unmittelbar entweder direct mit

$$a, b, \ldots i,$$

oder indirect mit

$$\underline{p}, \underline{q}, \ldots \underline{s}$$

bezeichnen; umfasst die Gruppe (2) k, also die Gruppe (3) $n-k$

[1] Diese Annahme thut der Allgemeinheit des vorliegenden Problems keinen Abbruch, da beliebige, gegen einander unmessbare Grössen immer durch gegen einander messbare ersetzt werden können, die von den gegebenen beliebig wenig differiren.

Zeiger, so werden wir die Gruppe (2) auch **symbolisch** entweder direct mit

$$z_k,$$

oder indirect mit

$$\underline{z_{n-k}}$$

bezeichnen. Bei allgemeinen Untersuchungen werden wir uns der symbolischen Bezeichnungsart der Zeigergruppen bedienen.

Eine Folge der über die Grössen (1) gemachten Annahme ist, dass jeder Anzahl derselben ein kleinstes gemeinschaftliche Vielfache zukommt. Wir bezeichnen dasselbe für diejenigen der Grössen (1), denen die Zeiger (2) angehören, mit

$$T_{z_k}. \tag{4}$$

Wenn z_k aus allen n Zeigern besteht, werden wir die Grösse (4), die Zeigergruppe z_n nicht anschreibend, kurz durch

$$T \tag{5}$$

ausdrücken.

Die Grösse (4) ist nicht nur durch jede der Grössen (1), auf welche ihr Zeigerausdruck hinweiset, sondern, unter z_{k_1} eine in z_k ganz begriffene Zeigergruppe verstanden, überhaupt durch

$$T_{z_{k_1}} \tag{6}$$

theilbar. Den Quotienten, welchen man bekommt, wenn (4) durch (6) dividirt wird, und welcher sonach eine ganze Zahl ist, bezeichnen wir mit

$$(z_{k_1})_{z_k}. \tag{7}$$

Insbesondere ist der Quotient, welchen man bekommt, wenn (5) durch (4) dividirt wird,

$$(z_k). \tag{8}$$

Die Zahl (7) ist aus zwei Ausdrücken, dem höher und tiefer angeschriebenen, gebaut, von denen wir ersteren den **Hauptausdruck**, letzteren den **Zeigerausdruck** der zugehörigen

Zahl nennen wollen. Bei der Zahl (8) ist der Zeigerausdruck z_n hinzuzudenken.

Das Gesagte begründet die Relation

$$T_{z_k} = (z_{k_1})_{z_k} T_{z_{k_1}},$$

und insbesondere die folgenden

$$T = (\underline{a})\, T_{\underline{a}} = (\underline{a, b})\, T_{\underline{a,b}} = \ldots = (a, b)\, T_{a,b} = (a)\, T_a,$$
$$T_a = (a, \underline{b})_a\, T_{a,\underline{b}} = (a, \underline{b}, \underline{c})_a\, T_{a,\underline{b},\underline{c}} = \ldots = (b, c)_{\underline{a}}\, T_{b,c} = (b)_{\underline{a}}\, T_b,$$
$$\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots$$
$$T_{a,b,c} = (a, b)_{a,b,c}\, T_{a,b} = (b, c)_{a,b,c}\, T_{b,c} = (c, a)_{a,b,c}\, T_{c,a}.$$
$$T_{a,b} = (a)_{a,b}\, T_a = (b)_{a,b}\, T_b.$$

Wir werden in der vorliegenden Abhandlung beweisen, dass eine Schwingung, die aus den durch z_k markirten elementaren Schwingungen resultirt, und die wir die z_k-Schwingung nennen wollen, zur Schwingungsdauer (4) besitzt. Die Zahl (7) gibt sonach an, wie vielmal die Schwingungsdauer der z_{k_1}-Schwingung in jener der z_k-Schwingung enthalten ist. Wir wollen sie deshalb die Schwingungszahl der z_{k_1}-Schwingung in Bezug auf die z_k-Schwingung nennen. Ist $z_{k_,}$ eine Zeigergruppe, in welcher jede der Zeigergruppen z_{k_1}, $z_{k_2}, \ldots z_{k_h}$, und $z_{k_{,,}}$ eine solche, welche in jeder dieser Zeigergruppen ganz begriffen ist, so geben dem Gesagten zu Folge die Zahlen

$$(z_{k_1})_{z_{k_,}},\ (z_{k_2})_{z_{k_,}}, \ldots (z_{k_h})_{z_{k_,}}, \tag{9}$$

die Schwingungszahlen der z_{k_1}-, z_{k_2}-, $\ldots z_{k_h}$-Schwingung in Bezug auf die $z_{k_,}$-Schwingung, und die Zahlen

$$(z_{k_{,,}})_{z_{k_1}},\ (z_{k_{,,}})_{z_{k_2}}, \ldots (z_{k_{,,}})_{z_{k_h}} \tag{10}$$

jene der $z_{k_{,,}}$-Schwingung in Bezug auf die z_{k_1}-, z_{k_2}-, $\ldots z_{k_h}$-Schwingung an. Insbesondere geben in nachstehenden Zahlengruppen

$$\begin{array}{c} (1),\ (2), \ldots (n), \\ (b)_a,\ (c)_{\underline{a}}, \ldots (s)_a, \\ \cdots\cdots\cdots \\ (a)_{a,b,c},\ (b)_{a,b,c},\ (c)_{a,b,c}, \\ (a)_{a,b},\ (b)_{a,b} \end{array} \tag{11}$$

die Zahlen einer jeden die Schwingungszahlen der durch den Hauptausdruck markirten Schwingungen in Bezug auf die durch den Zeigerausdruck markirte Schwingung, und in nachstehenden Zahlengruppen

$$\begin{array}{c} (a)_{a,b},\ (a)_{a,c}, \dots (a)_{a,s}, \\ (a,b)_{a,b,c},\ (a,b)_{a,b,d} \dots (a,b)_{a,b,s}, \\ \dots\dots\dots\dots \\ (a,b)_{\underline{a}},\ (\underline{a,b})_{\underline{b}}; \\ (\underline{a}) \end{array} \tag{12}$$

die Zahlen einer jeden die Schwingungszahlen der durch den Hauptausdruck markirten Schwingung in Bezug auf die durch den Zeigerausdruck markirten Schwingungen an.

Die Zahlen der Form (7) können durch jene der Form (8) ausgedrückt werden. Es ist nämlich

$$(z_{k_1})_{z_k} = T_{z_k} : T_{z_{k_1}} = \frac{T}{T_{z_{k_1}}} : \frac{T}{T_{z_k}} = \frac{(z_{k_1})}{(z_k)}. \tag{13}$$

Dies begründet die Relation

$$(z_{k_1}) = (z_k)(z_{k_1})_{z_k},$$

und insbesondere die folgenden

$$\begin{array}{c} (a) = (\underline{b})(a)_{\underline{b}} = (\underline{b}, c)(a)_{\underline{b,c}} = \dots = (a,b)(a)_{a,b}, \\ (a,b) = (\underline{c})(a,b)_{\underline{c}} = \dots\dots = (a,b,c)(a,b)_{a,b,c}. \\ \dots\dots\dots\dots \\ (a,\underline{b},\underline{c},) = (\underline{a})(\underline{a,b,c})_{\underline{a}} = (a,b)(a,\underline{b,c})_{\underline{a,b}}, \\ (\underline{a,b}) = (\underline{a})(a,\underline{b})_{\underline{a}}. \end{array}$$

Die Grösse (4) ist kleinstes gemeinschaftliche Vielfache nicht nur derjenigen der Grössen (1), auf welche ihr Zeigerausdruck hinweiset, sondern, unter $z_{k_1}, z_{k_2}, \dots z_{k_h}$ Zeigergruppen verstanden, welche, alle zusammen, blos auf alle in z_k enthaltenen Zeiger hinweisen, überhaupt der Grössen

$$T_{z_{k_1}},\ T_{z_{k_2}}, \dots T_{z_{k_h}}.$$

Daraus folgt, dass die Zahlen

$$(z_{k_1})_{z_k},\ (z_{k_2})_{z_k}, \dots (z_{k_h})_{z_k} \tag{14}$$

relative Primzahlen sind. Mehrere Zahlen der Form (7), welche im Zeigerausdrucke übereinstimmen, sind sonach gegen einander prim, wenn die Hauptausdrücke derselben, alle zusammen, blos auf alle jene Zeiger hinweisen, auf welche ihr Zeigerausdruck hinweiset. Insbesondere sind die Zahlen jeder der Zahlengruppen (11), sowie die Zahlen jeder der folgenden

$$(z_k),\ (\underline{z_k}),$$
$$(z_{k_1}),\ (z_{k_2}),$$

in deren letzter z_{k_1}, z_{k_2} Zeigergruppen vorstellen, die keinen Zeiger gemeinschaftlich haben, gegen einander prim.

Dividirt man jede der Zahlen (9) durch die Zahl

$$(z_k)z_{k},\qquad (15)$$

so erhält man durch Vermittlung von (13) zu Quotienten die Zahlen (14). Daraus folgt, dass die Zahl (15) das grösste gemeinschaftliche Mass der Zahlen (9) ist. Mehrere Zahlen der Form (7), welche im Zeigerausdrucke übereinstimmen, haben sonach zum grössten gemeinschaftlichen Masse eine Zahl derselben Form, welche im Zeigerausdrucke mit den gegebenen übereinstimmt, und deren Hauptausdruck blos auf alle jene Zeiger hinweiset, auf welche die Hauptausdrücke der gegebenen Zahlen, alle zusammen, hinweisen. Für die einzelnen Bezeichnungsarten der Zeigergruppen leiten sich aus diesem Satze folgende ab:

1. Mehrere Zahlen der Form (7), welche im Zeigerausdrucke übereinstimmen, und deren Hauptausdrücke direct bezeichnete Zeigergruppen besitzen, haben zum grössten gemeinschaftlichen Masse eine Zahl derselben Form, welche im Zeigerausdrucke und in der Bezeichnungsart der Zeigergruppe des Hauptausdruckes mit den gegebenen übereinstimmt, und in deren Hauptausdrucke blos alle jene Zeiger vorkommen, die in den Hauptausdrücken aller gegebenen Zahlen zusammen vorkommen.

2. Mehrere Zahlen der Form (7), welche im Zeigerausdrucke übereinstimmen, und deren Hauptausdrücke indirect bezeichnete Zeigergruppen besitzen, haben zum grössten gemeinschaftlichen Masse eine Zahl derselben Form, welche im Zeigerausdrucke und in der Bezeichnungsart der Zeigergruppe des Hauptausdruckes mit den gegebenen übereinstimmt, und in deren Haupt-

ausdrucke blos alle jene Zeiger vorkommen, die in den Hauptausdrücken aller gegebenen Zahlen **gemeinschaftlich** vorkommen.

Insbesondere haben in (11), in der ersten Zahlengruppe. alle Zahlen nach Ausschluss von (a) die Zahl

$$(\underline{a}),$$

alle Zahlen nach Ausschluss von (a) und (b) die Zahl

$$(\underline{a,b}),$$

u. s. w., die Zahlen (a) und (b) die Zahl

$$(a, b);$$

in der zweiten Zahlengruppe alle Zahlen nach Ausschluss von $(b)_{\underline{a}}$ die Zahl

$$(a, b)_{\underline{a}},$$

u. s. w. u. s. w. die Zahlen der Zahlengruppe

$$(z_{k_1}),\ (z_{k_2}), \ldots (z_{k_h})$$

die Zahl

$$(z_k),$$

jene der folgenden

$$(z_{\underline{k_1}}),\ (z_{\underline{k_2}}), \ldots (z_{\underline{k_h}})$$

die Zahl

$$(z_{k_{,,}})$$

zum grössten gemeinschaftlichen Masse.

Dividirt man durch jede der Zahlen (10) die Zahl

$$(z_{k_{,,}})_{zk}, \tag{16}$$

so erhält man zu Quotienten gleichfalls die Zahlen (14). Daraus folgt, dass die Zahl (16) das kleinste gemeinschaftliche Vielfache der Zahlen (10) ist. Mehrere Zahlen der Form (7), welche im **Hauptausdrucke** übereinstimmen, haben sonach zum kleinsten gemeinschaftlichen **Vielfachen** eine Zahl derselben Form,

welche im Hauptausdrucke mit den gegebenen übereinstimmt, und deren Zeigerausdruck blos auf alle jene Zeiger hinweiset, auf welche die Zeigerausdrücke der gegebenen Zahlen, alle zusammen, hinweisen. Für die einzelnen Bezeichnungsarten der Zeigergruppen leiten sich aus diesem Satze folgende ab:

1. Mehrere Zahlen der Form (7), welche im Hauptausdrucke übereinstimmen, und deren Zeigerausdrücke direct bezeichnete Zeigergruppen besitzen, haben zum kleinsten gemeinschaftlichen Vielfachen eine Zahl derselben Form, welche im Hauptausdrucke und in der Bezeichnungsart der Zeigergruppe des Zeigerausdruckes mit den gegebenen übereinstimmt, und in deren Zeigerausdrucke blos alle jene Zeiger vorkommen, die in den Zeigerausdrücken aller gegebenen Zahlen zusammen vorkommen.

2. Mehrere Zahlen der Form (7), welche im Hauptausdrucke übereinstimmen, und deren Zeigerausdrücke indirect bezeichnete Zeigergruppen besitzen, haben zum kleinsten gemeinschaftlichen Vielfachen eine Zahl derselben Form, welche im Hauptausdrucke und in der Bezeichnungsart der Zeigergruppe des Zeigerausdruckes mit den gegebenen übereinstimmt, und in deren Zeigerausdrucke blos alle jene Zeiger vorkommen, die in den Zeigerausdrücken aller gegebenen Zahlen gemeinschaftlich vorkommen.

Insbesondere haben in (12), in der ersten Zahlengruppe, alle Zahlen die Zahl

$$(a),$$

alle Zahlen nach Ausschluss von $(a)_{a,b}$ die Zahl

$$(a)_b,$$

alle Zahlen nach Ausschluss von $(a)_{a,b}$ und $(a)_{a,c}$ die Zahl

$$(a)_{b,c},$$

u. s. w. die Zahlen $(a)_{a,b}$ und $(a)_{a,c}$ die Zahl

$$(a)_{a,b,c};$$

in der zweiten Zahlengruppe alle Zahlen die Zahl

$$(a,b),$$

alle Zahlen nach Ausschluss von $(a,b)_{a,b,c}$ die Zahl

$$(a,b)_c$$

u. s. w. u. s. w. zum kleinsten gemeinschaftlichen Vielfachen.

II.

Wir bezeichnen p combinatorische Elemente mit

$$1, 2, 3, \ldots p, \tag{17}$$

und wollen aus denselben derartige Zusammenstellungen bilden, dass nicht nur einzelne der Elemente (17), d. i. deren Combinationen zur ersten Classe, sondern überhaupt beliebige, materiell verschiedene Gruppen der Elemente (17), d. i. deren Combinationen ohne Wiederholungen zur beliebigen Classe, von denen je zwei kein Element gemeinschaftlich besitzen, als h Elemente einer Zusammenstellung erscheinen. Wir wollen derartige Zusammenstellungen Verbindungen der Elemente (17) zur Classe h nennen, und die verschiedenen Verbindungselemente einer Verbindung durch Verticalstriche von einander absondern.

So z. B. sind von den Elementen

$$1, 2, 3, 4 \tag{18}$$

Verbindungen der zweiten Classe

$$\begin{gathered}1|2;\ 1|3;\ 1|4;\ 2|3;\ 2|4;\ 3|4;\\ 1|2,3;\ 1|2,4;\ 1|3,4;\ 2|1,3;\ 2|1,4;\ 2|3,4;\ 3|1,2;\ 3|1,4;\ 3|2,4;\\ 4|1,2;\ 4|1,3;\ 4|2,3;\\ 1|2,3,4;\ 2|1,3,4;\ 3|1,2,4;\ 4|1,2,3;\\ 1,2|3,4;\ 1,3|2,4;\ 1,4|2,3.\end{gathered} \tag{19}$$

Man stellt alle Verbindungen der Elemente (17) zur Classe h geordnet dar, wenn man sowohl in der Erhöhung der Elemente eines Verbindungselementes, als auch in der Erhöhung der Elementenzahl desselben einen allmäligen Stufengang einhält, wie dies an den Verbindungen (19) beispielsweise zu sehen ist.

Die Anzahl aller Verbindungen der Elemente (17) zur Classe h, welche mit $V_h^{(p)}$ bezeichnet werden soll, ergibt sich aus nach-

stehender Betrachtung: Da in den Verbindungen der Elemente (17) zur ersten Classe jede Combination ohne Wiederholungen dieser Elemente zur 1ten, 2ten .... p^{ten} Classe als Verbindungs-element auftreten kann, so ist

$$V_1^p = \frac{p!}{1!(p-1)!} + \frac{p!}{2!(p-2)!} + \dots$$
$$+ \frac{p!}{p!(p-p)!} = \frac{1}{1!}\sum \frac{p!}{k_1!(p-k)!} = \frac{1}{1!}(2^p - 1).$$

In dem Ausdrucke unter dem Summenzeichen hat man k_1 gleich jedem der Werthe (17), und

$$k = k_1$$

zu setzen. Alle Verbindungen der Elemente (17) zur zweiten Classe können erhalten werden, wenn man einer jeden Combination ohne Wiederholungen dieser Elemente zur 1ten, 2ten, ... $p-1)^{\text{ten}}$ Classe, als erstem Verbindungselemente eine jede Verbindung aller in derselben nicht enthaltenen Elemente (17) zur ersten Classe, als zweites Verbindungselement zugesellt. Durch dieses Verfahren wird aber, wie eine einfache Überlegung lehrt, jede Verbindung der Elemente (17) zur zweiten Classe doppelt erhalten. Wir haben daher

$$V_2^p = \frac{1}{2!}\Big[\frac{p!}{1!(p-1)!}\sum\frac{(p-1)!}{k_1!(p-1-k)!}$$
$$+ \frac{p!}{2!(p-2)!}\sum\frac{(p-2)!}{k_1!(p-2-k)!} + \dots$$
$$+ \frac{p!}{(p-1)![p-(p-1)]!}\sum\frac{1!}{k_1!(1-k)!}\Big] = \frac{1}{2!}\sum\frac{p!}{k_1!k_2!(p-k)}$$
$$= \frac{1}{2!}\left[3^p - \binom{2}{1}2^p + 1\right].$$

In dem Ausdrucke unter dem letzten Summenzeichen hat man jede der Zahlen k_1, k_2 gleich jedem der Werthe (17), wodurch ihre Summe nicht grösser wird, als p, und

$$k = k_1 + k_2$$

zu setzen. Macht man überhaupt die Voraussetzung, dass die Anzahl aller Verbindungen der Elemente (17) zur Classe h durch

$$V_h^{(p)} = \frac{1}{h!} \sum \frac{p!}{k_1!k_2!\ldots k_h!(p-k)!} = \frac{1}{h!}[(h+1)^p - \binom{h}{1}h^p + \ldots + (-1)^h] \quad (20)$$

angegeben wird, wo man in dem Ausdrucke unter dem Summenzeichen jede der Zahlen $k_1, k_2, \ldots k_h$ gleich jedem der Werthe (17), wodurch ihre Summe nicht grösser wird, als p, und

$$k = k_1 + k_2 + \ldots + k_h$$

zu setzen hat, so liefert ein auf gewöhnliche Weise geführter Inductionsschluss den Beweis, dass dieselbe vollkommen richtig ist.

Aus (20) folgt

$$V_p^{(p)} = \frac{1}{p!} \frac{p!}{1!1!\ldots1!(p-p)!} = \frac{1}{p!}[(p+1)^p - \binom{p}{1}p^p + \ldots + (-1)^p] = 1,$$

woraus zu ersehen ist, dass

$$(p+1)^p - \binom{p}{1}p^p + \ldots + (-1)^p = p!$$

ist.

Werden nur diejenigen Verbindungen der Elemente (17) zur Classe h verlangt, in deren jeder alle Elemente (17) erscheinen, wie dies die in den zwei letzten Zeilen von (19) vorhandenen Verbindungen der Elemente (18) sind, so ergibt sich die Anzahl aller dieser Verbindungen einfach aus der Bemerkung, dass sie alle erhalten werden können, wenn man aus $p-1$ der Elemente (17) alle Verbindungen zur Classe $h-1$ bildet, und jeder derselben alle in ihr nicht vorkommenden Elemente (17) als h^{tes} Verbindungselement zugesellt. Für die fragliche Anzahl, welche mit $W_h^{(p)}$ bezeichnet werden mag, hat man daher

$$W_h^{(p)} = V_{h-1}^{(p-1)} = \frac{1}{(h-1)!} \sum \frac{(p-1)!}{k_1!k_2!\ldots k_{h-1}!(p-1-k)!} = \frac{1}{(h-1)!}[h^{p-1} - \binom{h-1}{1}(h-1)^{p-1} + \ldots + (-1)^{h-1}]. \quad (21)$$

Es sei

$$z_k \quad (22)$$

eine Gruppe der in (1) erscheinenden Zeiger,

$$z_p \tag{23}$$

eine andere Gruppe dieser Zeiger, von denen keiner in (22) sich vorfindet, und

$$z_{k'_1}, z_{k'_2}, \ldots z_{k'_h} \tag{24}$$

eine beliebige Verbindung der Zeiger (23) zur Classe h. Bezeichnet man die Zeigergruppe, die aus der Vereinigung aller Zeigergruppen (24) in Eine hervorgeht, mit

$$z_{k'}, \tag{25}$$

und diejenige, die aus der Vereinigung der Zeigergruppen (22) und (25) in Eine hervorgeht, mit

$$z_{k+k'}, \tag{26}$$

und legt einer in Klammern eingefassten Zeigergruppe die Bedeutung unter, die ihr im ersten Theile der Einleitung zuerkannt wurde, so kann man aus (24) und (26) die Zahl

$$(z_{k'_1})(z_{k'_2})\ldots(z_{k'_h})(z_{k+k'}) \tag{27}$$

bilden. Die Summe der Zahlen, die aus (27) dadurch hervorgehen, dass man (24) jede der Verbindungen der Zeiger (23) zur Classe h sein lässt, kann durch

$$\Sigma(z_{k'_1})(z_{k'_2})\ldots(z_{k'_h})(z_{k+k'}) = (z_k)_h \tag{28}$$

vorgestellt werden.

Ertheilt man der Zahl h nach einander die Werthe 1, 2,... $h-1$, so entstehen aus (28)

$$\Sigma(z_{k'_1})(z_{k+k'}) = (z_k)_1 \tag{29}$$

$$\Sigma(z_{k'_1})(z_{k'_2})(z_{k+k'}) = (z_k)_2 \tag{30}$$

$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

$$\Sigma(z_{k'_1})(z_{k'_2})\ldots(z_{k'_{h-1}})(z_{k+k'}) = (z_k)_{h-1}. \tag{31}$$

Jeder Zahl in (28), etwa der Zahl (27) entsprechen in (29) diejenigen, in denen die Verbindungen der Verbindungselemente (24) zur ersten Classe vorkommen, d. i. die folgenden

$$\begin{array}{l}(z_{k'_1})(z_{k+k'}),\ (z_{k'_2})(z_{k+k'}),\ldots(z_{k'_h})(z_{k+k'}),\\ (z_{k'_1+k'_2})(z_{k+k'}),\ldots\ldots(z_{k'_{h-1}+k'_h})(z_{k+k'}),\\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\\ (z_{k'_1+k'_2+\ldots+k'_h})(z_{k+k'}),\end{array} \tag{32}$$

deren es nach (20) $\frac{1}{1!}(2^h-1)$ gibt. Durch Anwendung der Principien, welche im ersten Theile der Einleitung gelehrt worden sind, findet man, dass alle Zahlen (32) zum grössten gemeinschaftlichen Masse die Zahl (27) haben, und dass die letztere nicht von mehr der Zahlen (29) grösstes gemeinschaftliche Mass ist. Jede der Zahlen (28) ist sonach nur von

$$\frac{1}{1!}(2^h-1) \tag{33}$$

Zahlen (29) grösstes gemeinschaftliche Mass. Ähnliche Schlüsse zeigen, dass jede der Zahlen (28) nur von

$$\frac{1}{2!}\left[3^h-\binom{2}{1}2^h+1\right] \tag{34}$$

Zahlen (30).... und nur von

$$\frac{1}{(h-1)!}\left[h^h-\binom{h-1}{1}(h-1)^h+\ldots+(-1)^{h-1}\right] \tag{35}$$

Zahlen (31) grösstes gemeinschaftliche Mass ist.

Nimmt man zur Zeigergruppe (22) diejenige, welche alle Zeiger in (1) nach Ausschluss jener (23) enthält, also die Zeigergruppe

$$z_{n-p}=z_p,$$

so übergeht (26) in

$$z_{n-p+k'}=z_{n-p-k'},=z_{p-k'},$$

(28) in

$$\Sigma(z_{k'_1})(z_{k'_2})\ldots(z_{k'_h})(z_{p-k'})=(z_p)_h, \tag{36}$$

unter $z_{p-k'}$ die Zeigergruppe verstanden, die aus der Zeiger-

gruppe (23) durch Weglassung jener (25) hervorgeht, und (29) (30)... (31) übergehen in

$$\Sigma\left(\underline{z_{k'_1}}\right)\left(\underline{z_{p-k'}}\right)=\left(\underline{z_p}\right)_1 \tag{37}$$

$$\Sigma\left(z_{k'_{\underline{1}}}\right)\left(\underline{z_{k'_2}}\right)\left(\underline{z_{p-k'}}\right)=\left(\underline{z_p}\right)_2, \tag{38}$$

$$\cdots\cdots\cdots\cdots$$

$$\Sigma\left(\underline{z_{k'_1}}\right)\left(\underline{z_{k'_2}}\right)\cdots\left(\underline{z_{k'_{h-1}}}\right)\left(\underline{z_{p-k'}}\right)=\left(\underline{z_p}\right)_{h-1}. \tag{39}$$

Es ist daher auch jede der Zahlen (36) grösstes gemeinschaftliche Mass nur von so viel der Zahlen (37), (38),...(39), als beziehungsweise (33), (34),...(35) angeben.

Aus obiger Untersuchung heben wir noch nachstehende Folgerung hervor: Nimmt man $k=0$ an, und lässt die Accente weg, so übergeht (32) in

$$\left(z_{k_1}\right)\left(z_{k_1}\right),\ \left(z_{\underline{k_2}}\right)\left(z_{k_2}\right),\ \ldots\left(z_{\underline{k_h}}\right)\left(z_{k_h}\right), \tag{40}$$

$$\begin{gathered}\left(\underline{z_{k_1+k_2}}\right)\left(z_{k_1+k_2}\right),\ \cdots\cdots\left(z_{\underline{k_{h-1}+k_h}}\right)\left(z_{k_{h-1}+k_h}\right),\\ \cdots\cdots\cdots\cdots\\ \left(\underline{z_{k_1+k_2+\ldots+k_h}}\right)\left(z_{k_1+k_2+\ldots+k_h}\right),\end{gathered} \tag{41}$$

und (27) in

$$\left(z_{\underline{k_1}}\right)\left(z_{k_2}\right)\cdots\left(z_{\underline{k_h}}\right)\left(z_k\right), \tag{42}$$

wo z_k die Zeigergruppe ist, die aus der Vereinigung aller Zeigergruppen

$$z_{k_1}\ \ z_{k_2}\,|\ldots|\,z_{k_h}$$

in Eine hervorgeht. Es haben daher die Zahlen (40) und (41) zum grössten gemeinschaftlichen Masse die Zahl (42). Für die Zahlen (40) allein findet man auch dieselbe Zahl als grösstes gemeinschaftliche Mass.

— — —

§. 1.

Entwicklung der Gleichungen der Schwingungscurven.

Unter einer „Schwingungscurve" verstehen wir die Bahn, die ein freier, materieller Punkt in Folge mehrerer elementaren Schwingungen beschreibt, welche auf ihn gleichzeitig übertragen werden.

Um die Schwingungscurve, welcher n elementare Schwingungen zu Grunde liegen, analytisch zu bestimmen, nehmen wir die n Geraden, in deren Abschnitten diese Schwingungen vor sich gehen sollen, zu Coordinataxen an, indem wir uns vornehmen, die Lage eines Punktes im Raume durch n auf diese Axen bezogene Coordinaten $x_1, x_2, \ldots x_n$ anzugeben. Den Inbegriff von irgend welchen k dieser Coordinaten, sowie den denselben entsprechenden Coordinatraum wollen wir mit x_{z_k} bezeichnen, wo z_k auf die Zeiger der zugehörigen Coordinataxen hinweiset. Die positiven Halbaxen x_a und x_b mögen den Winkel $\alpha_{a,b}$, die positiven Halbebenen $x_{b,a}$ und $x_{c,a}$ jenen $\alpha_{b,a,c}$ einschliessen.

Die Zeit t der Bewegung überhaupt zählen wir im Allgemeinen von einem beliebigen Zeitmomente, die Zeit jeder elementaren Schwingung, welche Phase derselben genannt werden soll, insbesondere, immer von einem bestimmten jener Zeitmomente, in denen der Ausschlag der Schwingung der betreffenden positiven Amplitude gleich ist. Sind die der Zeit $t=0$ entsprechenden Phasen der elementaren Schwingungen, welche Anfangsphasen derselben genannt werden sollen, $t_1, t_2, \ldots t_n$, also die der Zeit t entsprechenden $t+t_1, t+t_2, \ldots t+t_n$, und sind die Amplituden dieser Schwingungen $a_1, a_2, \ldots a_n$, so sind in Folge der Zusammensetzung der Bewegungen

$$\begin{aligned} x_1 &= a_1 \cos 2\pi \frac{t+t_1}{T_1}, \\ x_2 &= a_2 \cos 2\pi \frac{t+t_2}{T_2}, \\ &\cdots\cdots\cdots \\ x_n &= a_n \cos 2\pi \frac{t+t_n}{T_n} \end{aligned} \qquad (1)$$

die Coordinaten des der Zeit t entsprechenden Punktes der Schwingungscurve.

Die derselben Zeit entsprechenden Coordinatgeschwindigkeiten des schwingenden Punktes, wenn

$$c_1 = \frac{2\pi a_1}{T_1},$$
$$c_2 = \frac{2\pi a_2}{T_2},$$
$$\cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot$$
$$c_n = \frac{2\pi a_n}{T_n}$$

die Schwingungsintensitäten der elementaren Schwingungen vorstellen, sind

$$\left.\begin{aligned} v_1 &= \frac{dx_1}{dt} = -c_1 \sin 2\pi \frac{t+t_1}{T_1}, \\ v_2 &= \frac{dx_2}{dt} = -c_2 \sin 2\pi \frac{t+t_2}{T_2}, \\ &\cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \\ v_n &= \frac{dx_n}{dt} = -c_n \sin 2\pi \frac{t+t_n}{T_n}. \end{aligned}\right\} \quad (2)$$

Dieselben geben zugleich die Richtung der Tangente an die Schwingungscurve im Punkte (1) an, diese Richtung im Sinne der Bewegungsrichtung genommen.

Da über den Sinn der positiven Coordinataxen keine besondere Unterstellung gemacht worden ist, so werden die Ausdrücke (1) und (2) keine ersichtliche Zeichenänderung durch den Umstand erleiden, dass man zu positiven Richtungen einiger Coordinataxen statt der angenommenen die gerade entgegengesetzten nimmt, wofern nur der Anfangspunkt der zugehörigen Phasen auf die oben angegebene Art bestimmt wird.

Das System der Gleichungen (1) drückt die Schwingungscurve aus, welcher n elementare Schwingungen zu Grunde liegen, und welche wir kurzweg Schwingungscurve nennen wollen. Nennt man Projection des Punktes $x_1, x_2, \ldots x_n$ auf den Coordinatraum x_{s_1} den Punkt, dessen Coordinaten aus jenen des

ersteren dadurch hervorgehen, dass man die k derselben, auf welche z_k hinweiset, nimmt, und die übrigen gleich 0 setzt, so drückt das System der Gleichungen, die aus (1) dadurch hervorgehen, dass man die k derselben, auf welche z_k hinweiset, nimmt, und die übrigen gleich 0 setzt, die Projection der Schwingungscurve auf den Coordinatraum x_{z_k} aus. Da dieses System der Gleichungen dem Systeme jener k Gleichungen gleich gilt, so stimmt diese Projection mit der Schwingungscurve überein, welcher die k elementaren Schwingungen, auf welche z_k hinweiset, und welche wir z_k-Schwingungscurve nennen wollen, zu Grunde liegen. Es stimmt daher insbesondere die Projection der Schwingungscurve auf die Coordinatebene $x_{a,b}$ mit der a, b-Schwingungscurve überein.

Ebenso drücken die Gleichungen (2) die Coordinatgeschwindigkeiten des in Folge n elementaren Schwingungen schwingenden Punktes, hingegen die k derselben, auf welche z_k hinweiset, die Coordinatgeschwindigkeiten der Projection desselben auf den Coordinatraum x_{z_k}, sowie jene des in Folge der betreffenden elementaren Schwingungen schwingenden Punktes aus.

Ertheilt man k der Coordinaten (1), auf welche z_k hinweiset, bestimmte Werthe, so drückt das System der Gleichungen (1) die z_k-Schwingungscurve aus, welcher der Punkt x_{z_k} als Gleichgewichtsort des schwingenden Punktes entspricht. Die Gleichungen (2) drücken unter derselben Voraussetzung die Coordinatgeschwindigkeiten des in dieser Schwingungscurve schwingenden Punktes aus.

Curven, welche aus den Gleichungen (1) durch Variation mehrerer der Grössen $t_1, t_2, \ldots t_n$ hervorgehen, wollen wir mit einander verwandt nennen.

§. 2.

Allgemeine Bemerkungen.

Indem wir nun zur Enthüllung der Eigenschaften der Schwingungscurven aus den Gleichungen derselben übergehen, schicken wir folgende Bemerkungen voran.

Ein Zuwachs der a-Phase $t+t_a$, der den numerischen Werth von x_a und v_a nicht ändert, ist entweder

$$\Delta(t+t_a)=r_a\frac{T_a}{2}, \tag{3}$$

oder

$$\Delta(t+t_a)=r_a\frac{T_a}{2}-2(t+t_a), \tag{4}$$

unter r_a eine ganze Zahl verstanden. x_a und v_a werden durch (3) in

$$(-1)^{r_a}x_a,\qquad (-1)^{r_a}v_a, \tag{5}$$

durch (4) in

$$(-1)^{r_a}x_a,\ -(-1)^{r_a}v_a \tag{6}$$

umgewandelt. Dem Zeichen nach wird also, wenn r_a gerad ist, x_a weder durch (3), noch durch (4) geändert, v_a durch (3) ungeändert, durch (4) geändert, und wenn r_a ungerad ist, x_a sowohl durch (3), als durch (4) geändert, v_a durch (3) geändert, durch (4) ungeändert. Der Zuwachs (3) ist von der Phase $t+t_a$ unabhängig, jener (4) davon abhängig.

Wenn man bloss t als veränderlich betrachtet, so geben (3) und (4), in denen nun das unter dem Differenzzeichen erscheinende t_a wegzudenken ist, die Zuwächse der Zeit t an, welche den numerischen Werth von x_a und v_a für dasselbe t_a nicht ändern. Wenn man hingegen blos t_a als veränderlich ansieht, so geben (3) und (4), in denen nun das unter dem Differenzzeichen erscheinende t zu unterdrücken ist, die Zuwächse der Anfangsphase t_a an, welche den numerischen Werth von x_a und v_a für dasselbe t nicht ändern.

Den zunächst folgenden Untersuchungen möge die blosse Veränderlichkeit der Zeit zu Grunde liegen. Von denselben werden sich die Untersuchungen im §. 3 weder auf besondere Werthe der Anfangsphasen, noch jene der Zeit, die Untersuchungen im §. 4 auf besondere Werthe der Anfangsphasen, nicht aber jene der Zeit, die Untersuchungen im §. 5 auf besondere Werthe der Zeit, nicht aber jene der Anfangsphasen, die Untersuchungen im §. 6 endlich sowohl auf besondere Werthe der Anfangsphasen, als jene der Zeit beziehen.

§. 3.

Allgemeine Eigenschaften der Schwingungscurven überhaupt.

Soll ein Zeitzuwachs (3) den numerischen Werth aller Coordinaten und Coordinatgeschwindigkeiten ungeändert lassen, so müssen die Gleichungen

$$r_1 T_1 = r_2 T_2 = \ldots = r_n T_n$$

in ganzen Zahlen für $r_1, r_2, \ldots r_n$ lösbar sein. Die allgemeine Bedingung dafür ist, dass

$$r_1 T_1 = r_2 T_2 = \ldots = r_n T_n = r T$$

ist. Hieraus erhalten wir für $r_1, r_2, \ldots r_n$

$$r_1 = r(1),\ r_2 = r(2), \ldots r_n = (n), \tag{7}$$

und mit Hilfe eines beliebigen dieser Werthe aus (3) für den gesuchten Zeitzuwachs

$$\Delta t = r \frac{T}{2}. \tag{8}$$

Er bewirkt zu Folge (5), dass der schwingende Punkt, der vor demselben den Punkt

$$x_1, x_2, \ldots x_n \tag{9}$$

mit den Coordinatgeschwindigkeiten

$$v_1, v_2, \ldots v_n \tag{10}$$

passirte, in den Punkt

$$(-1)^{r_1} x_1, (-1)^{r_2} x_2, \ldots (-1)^{r_n} x_n \tag{11}$$

mit den Coordinatgeschwindigkeiten

$$(-1)^{r_1} v_1, (-1)^{r_2} v_2, \ldots (-1)^{r_n} v_n \tag{12}$$

gelangt.

Ist r eine Zahl von der Form $2r$, so übergeht (8) in

$$\Delta t = rT, \tag{13}$$

und, da die Zahlen (7) gerad werden, (11) und (12) in (9) und (10). Nach jedesmaligem Zeitzuwachse (13) kehren hiemit dieselben Werthe aller Coordinaten und Coordinatgeschwindigkeiten zurück, die vor demselben bestanden. Erwägt man überdies, dass den Gleichungen (1) und (2) zufolge alle Coordinaten und Coordinatgeschwindigkeiten für jedes Zeitintervall stetig und endlich bleiben, so sieht man ein, dass die Schwingungscurve ein stetiger und endlicher Linienzug ist, der vom schwingenden Punkte in der Zeit

$$\Delta t = T \tag{14}$$

einmal umlaufen wird. Der Sinn der Bewegung wird durch die Gleichungen (2) angezeigt.

Ist aber r eine Zahl von der Form $2r + 1$, so übergeht (8) in

$$\Delta t = (2r + 1)\frac{T}{2}, \tag{15}$$

und, da die Zahlen (7) in Bezug auf Geradheit oder Ungeradheit mit den Schwingungszahlen

$$(1), (2), \ldots (n) \tag{16}$$

beziehungsweise von gleicher Natur, oder, wie wir diese Eigenschaft nennen wollen, gleichgeltend werden, (11) und (12) in

$$(-1)^{(1)}x_1, (-1)^{(2)}x_2, \ldots (-1)^{(n)}x_n, \tag{17}$$

$$(-1)^{(1)}v_1, (-1)^{(2)}v_2, \ldots (-1)^{(n)}v_n. \tag{18}$$

Nennt man die Punkte (9) und (11) symmetrisch in Bezug auf ihre Projection auf den Coordinatraum, auf welchen sich die geraden der Exponenten r beziehen, so lässt sich das gefundene Resultat in folgende Worte kleiden: Die Schwingungscurve besteht aus zwei Ästen, die in Bezug auf die Projection derselben auf den Coordinatraum, auf welchen sich die geraden der Schwingungszahlen (16) beziehen, symmetrisch sind. Wenn daher keine der Schwingungszahlen (16) gerad ist, so ist die Schwin-

gungscurve in Bezug auf ihre Projection auf den Coordinat ursprung symmetrisch, d. i. sie besitzt einen Mittelpunkt im Ursprunge der Coordinaten. Zum Anfangspunkte der symmetrischen Äste der Schwingungscurve kann ein beliebiger Punkt der Curve genommen werden. Jeder der symmetrischen Äste der Schwingungscurve wird vom schwingenden Punkte in der Zeit

$$\Delta t = \frac{1}{2} T$$

einmal und mit Coordinatgeschwindigkeiten umlaufen, die mit denen des andern im angegebenen Sinne symmetrisch sind.

Aus obigen Resultaten, und der bekannten Beziehung der Projection der Schwingungscurve auf den Coordinatraum x_{z_k} zu der, diesem Coordinatraume entsprechenden Schwingungscurve ziehen wir nachstehende Folgerungen:

1. Nach jedesmaligem Zeitzuwachse

$$\Delta t = r T_{z_k} \tag{19}$$

kehren dieselben Werthe der Coordinaten x_{z_k} und Coordinatgeschwindigkeiten v_{z_k} zurück, die vor demselben bestanden.

2. Die Projection der Schwingungscurve auf den Coordinatraum x_{z_k} wird von der Projection des schwingenden Punktes in der Zeit

$$\Delta t = T_{z_k}$$

einmal, also in der Zeit (14), (z_k)mal umlaufen. Dieselbe besteht aus zwei Ästen, die in Bezug auf die Projection derselben auf den Coordinatraum, auf welchen sich die geraden der Schwingungszahlen

$$(a)_{z_k},\ (b)_{z_k}, \ldots\ (i)_{z_k} \tag{20}$$

beziehen, symmetrisch sind. Wenn keine der Schwingungszahlen (20) gerad ist, so ist die Projection der Schwingungscurve auf den Coordinatraum x_{z_k} in Bezug auf ihre Projection auf den Coordinatursprung symmetrisch, d. i. sie besitzt einen Mittelpunkt im Ursprunge der Coordinaten. Zum Anfangspunkte der symmetrischen Äste der Projection kann ein beliebiger Punkt der Curve genommen werden. Jeder der symmetrischen Äste der

Projection wird von der Projection des schwingenden Punktes in der Zeit

$$\Delta t = \frac{1}{2} T_a$$

einmal und mit Coordinatgeschwindigkeiten umlaufen, die mit denen des andern im angegebenen Sinne symmetrisch sind.

Die Zeitzuwächse

$$\Delta t = r T_{\bar{a}} \tag{21}$$

ertheilen den Coordinaten $x_{\underline{a}}$ nach (19) keine Werthänderung, hingegen der Coordinate x_a wegen

$$\frac{\Delta t}{T_a} = \frac{r T_{\bar{a}}}{T_a} = \frac{r(a)}{(\underline{a})}$$

(a) verschiedene Werthe, die im nachstehenden Ausdrucke

$$x_a = a_a \cos 2\pi \left(\frac{t + t_a}{T_a} = \frac{r(a)}{(\underline{a})}\right) \tag{22}$$

enthalten sind. Nennt man Punkte, die verschiedenen Werthsystemen der Coordinaten entsprechen, v e r s c h i e d e n, so ist die Zahl der verschiedenen Punkte der Schwingungscurve, welche einem bestimmten Punkte der $\underline{a}$-Schwingungscurve für verschiedene Zeitzuwächse (21) angehören, sonach

$$(a).$$

Die Zeitzuwächse

$$\Delta t = r T_{\underline{a,b}} \tag{23}$$

ertheilen den Coordinaten $x_{\underline{a,b}}$ keine Werthänderung, hingegen den Coordinaten $x_{a,b}$ wegen

$$\frac{\Delta t}{T_a} = \frac{r T_{\underline{a,b}}}{T_a} = \frac{r(a)_b}{(a,b)_{\underline{b}}} = \frac{r(a)}{(\underline{a,b})},$$

$$\frac{\Delta t}{T_b} = \frac{r T_{\underline{a,b}}}{T_b} = \frac{r(b)_a}{(a,\bar{b})_{\underline{a}}} = \frac{r(b)}{(\underline{a,b})}$$

$(\underline{a,b})$ verschiedene Werthsysteme, die in nachstehenden Ausdrücken

$$x_a = a_a \cos 2\pi \left[\frac{t+t_a}{T_a} + \frac{r(a)}{\underline{(a,b)}}\right],$$
$$x_b = a_b \cos 2\pi \left[\frac{t+t_b}{T_b} + \frac{r(b)}{\underline{(a,b)}}\right] \tag{24}$$

enthalten sind. Die Zahl der verschiedenen Punkte der Schwingungscurve, welche einem bestimmten Punkte der $\underline{a,b}$-Schwingungscurve für verschiedene Zeitzuwächse (23) angehören, ist sonach

$$\underline{(a,b)}.$$

Die Zeitzuwächse

$$\Delta t = r T_{\underline{a,b,c}} \tag{25}$$

ertheilen den Coordinaten $x_{\underline{a,b,c}}$ keine Werthänderung, hingegen den Coordinaten $x_{a,b,c}$ wegen

$$\frac{\Delta t}{T_a} = \frac{r T_{\underline{a,b,c}}}{T_a} = \frac{r(a)_{\underline{b,c}}}{\underline{(a,b,c)}_{\underline{b,c}}} = \frac{r(a)}{\underline{(a,b,c)}},$$
$$\frac{\Delta t}{T_b} = \frac{r T_{\underline{a,b,c}}}{T_b} = \frac{r(b)_{\underline{c,a}}}{\underline{(a,b,c)}_{\underline{c,a}}} = \frac{r(b)}{\underline{(a,b,c)}},$$
$$\frac{\Delta t}{T_c} = \frac{r T_{\underline{a,b,c}}}{T_c} = \frac{r(c)_{\underline{a,b}}}{\underline{(a,b,c)}_{\underline{a,b}}} = \frac{r(c)}{\underline{(a,b,c)}}$$

$\underline{(a,b,c)}$ verschiedene Werthsysteme, die in nachstehenden Ausdrücken

$$x_a = a_a \cos 2\pi \left[\frac{t+t_a}{T_a} + \frac{r(a)}{\underline{(a,b,c)}}\right],$$
$$x_b = a_b \cos 2\pi \left[\frac{t+t_b}{T_b} + \frac{r(b)}{\underline{(a,b,c)}}\right], \tag{26}$$
$$x_c = a_c \cos 2\pi \left[\frac{t+t_c}{T_c} + \frac{r(c)}{\underline{(a,b,c)}}\right]$$

enthalten sind. Die Zahl der verschiedenen Punkte der Schwingungscurve, welche einem bestimmten Punkte der $\underline{a,b,c}$-Schwingungscurve für verschiedene Zeitzuwächse (25) angehören, ist sonach

$$\underline{(a,b,c)}.$$

Analoge Schlüsse lassen ersehen, dass überhaupt die Zeitzuwächse

$$\Delta t = r T_{z_k} \tag{27}$$

den Coordinaten x_{z_k} keine Werthänderung, hingegen den Coordinaten x_{z_k}, $(\underline{z_k})$ verschiedene Werthsysteme ertheilen, die in nachstehenden Ausdrücken

$$\left.\begin{aligned}
x_a &= a_a \cos 2\pi \left(\frac{t + t_a}{T_a} + \frac{r(a)}{(\underline{z_k})}\right), \\
x_b &= a_b \cos 2\pi \left(\frac{t + t_b}{T_b} + \frac{r(b)}{(\underline{z_k})}\right), \\
&\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\
x_i &= a_i \cos 2\pi \left(\frac{t + t_i}{T_i} + \frac{r(i)}{(\underline{z_k})}\right)
\end{aligned}\right\} \tag{28}$$

enthalten sind, und dass die Zahl der verschiedenen Punkte der Schwingungscurve, welche einem bestimmten Punkte der z_k-Schwingungscurve für verschiedene Zeitzuwächse (27) angehören,

$$(\underline{z_k})$$

ist.

Für die directe Bezeichnungsart der Zeigergruppe in (27) sprechen sich diese Sätze folgendermassen aus: Die Zeitzuwächse

$$\Delta t = r T_{z_k} \tag{29}$$

ertheilen den Coordinaten x_{z_k} keine Werthänderung, hingegen den Coordinaten x_{z_k}, (z_k) verschiedene Werthsysteme, die in nachstehenden Ausdrücken

$$\left.\begin{aligned}
x_p &= a_p \cos 2\pi \left(\frac{t + t_p}{T_p} + \frac{r(p)}{(z_k)}\right), \\
x_q &= a_q \cos 2\pi \left(\frac{t + t_q}{T_q} + \frac{r(q)}{(z_k)}\right), \\
&\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\
x_s &= a \cos 2\pi \left(\frac{t + t_s}{T_s} + \frac{r(s)}{(z_k)}\right)
\end{aligned}\right\} \tag{30}$$

enthalten sind. Die Zahl der verschiedenen Punkte der Schwingungscurve, welche einem bestimmten Punkte der z_k-Schwingungscurve für verschiedene Zeitzuwächse (29) angehören, ist

$$(z_k).$$

Aus der Reihe der speciellen Fälle, deren allgemeines Gesetz soeben angegeben worden ist, heben wir noch die zwei Endglieder hervor.

Die Zeitzuwächse

$$\Delta t = rT_{a,b} \tag{31}$$

ertheilen den Coordinaten $x_{a,b}$ keine Werthänderung, hingegen den Coordinaten $x_{\underline{a,b}}$, (a, b) verschiedene Werthsysteme, die in nachstehenden Ausdrücken

$$\begin{aligned}
x_c &= a_c \cos 2\pi \left(\frac{t+t_c}{T_c} + \frac{r(c)}{(a,b)} \right), \\
x_d &= a_d \cos 2\pi \left(\frac{t+t_d}{T_d} + \frac{r(d)}{(a,b)} \right), \\
&\ldots\ldots\ldots\ldots \\
x_s &= a_s \cos 2\pi \left(\frac{t+t_s}{T_s} + \frac{r(s)}{(a,b)} \right)
\end{aligned} \tag{32}$$

enthalten sind. Die Zahl der verschiedenen Punkte der Schwingungscurve, welche einem bestimmten Punkte der a, b-Schwingungscurve für verschiedene Zeitzuwächse (31) angehören, ist

$$(a, b).$$

Die Zeitzuwächse

$$\Delta t = rT_a \tag{33}$$

endlich ertheilen nur der Coordinate x_a keine Werthänderung, hingegen den Coordinaten $x_{\underline{a}}$, (a) verschiedene Werthsysteme, die in nachstehenden Ausdrücken

$$\begin{aligned}
x_b &= a_b \cos 2\pi \left(\frac{t+t_b}{T_b} + \frac{r(b)}{(a)} \right), \\
x_c &= a_c \cos 2\pi \left(\frac{t+t_c}{T_c} + \frac{r(c)}{(a)} \right), \\
&\ldots\ldots\ldots\ldots \\
x_s &= a_s \cos 2\pi \left(\frac{t+t_s}{T_s} + \frac{r(s)}{(a)} \right)
\end{aligned} \tag{34}$$

enthalten sind. Die Zahl der verschiedenen Punkte der Schwingungscurve, welche einem bestimmten Punkte der a-Schwingungscurve für verschiedene Zeitzuwächse (33) angehören, ist

$$(a).$$

§. 4.

Allgemeine Eigenschaften besonderer Schwingungscurven.

Soll ein Zeitzuwachs (4) den numerischen Werth aller Coordinaten und Coordinatgeschwindigkeiten ungeändert lassen, so müssen die Gleichungen

$$r_1 T_1 - 4t_1 = r_2 T_2 - 4t_2 = \ldots = r_n T_n - 4t_n \tag{35}$$

in ganzen Zahlen für $r_1, r_2, \ldots r_n$ lösbar sein. Diese Forderung schreibt vor allem Andern allen Anfangsphasen besondere Werthformen, und zwar, wenn

$$r_1 T_1 - 4t_1 = r_2 T_2 - 4t_2 = \ldots = r_n T_n - 4t_n = -4t_0$$

gesetzt wird, unter t_0 eine beliebige Zeitgrösse verstanden, die folgenden

$$t_1 = r_1 \frac{T_1}{4} + t_0, \quad t_2 = r_2 \frac{T_2}{4} + t_0, \ldots t_n = r_n \frac{T_n}{4} + t_0 \tag{36}$$

vor. Es seien also, unter $\mathfrak{r}_1, \mathfrak{r}_2, \ldots \mathfrak{r}_n$ gegebene ganze Zahlen und unter t_0 eine gegebene Zeitgrösse verstanden,

$$t_1 = \mathfrak{r}_1 \frac{T_1}{4} + t_0, \quad t_2 = \mathfrak{r}_2 \frac{T_2}{4} + t_0, \ldots t_n = \mathfrak{r}_n \frac{T_n}{4} + t_0 \tag{37}$$

gegebene, der Vorschrift entsprechende Werthe der Anfangsphasen. Dieselben wandeln die Gleichungen (35) in folgende

$$(r_1 - \mathfrak{r}_1) T_1 = (r_2 - \mathfrak{r}_2) T_2 = \ldots = (r_n - \mathfrak{r}_n) T_n$$

um. Die allgemeine Bedingung der genannten Lösbarkeit derselben ist, dass

$$(r_1 - \mathfrak{r}_1) T_1 = (r_2 - \mathfrak{r}_2) T_2 = \ldots = (r_n - \mathfrak{r}_n) T_n = rT$$

ist. Hieraus erhalten wir für $r_1, r_2, \ldots r_n$

$$r_1 = r(1) + \iota_1,\ r_2 = r(2) + \iota_2, \ldots r_n = r(n) + \iota_n, \tag{38}$$

und mit Hilfe eines beliebigen der Werthe (38), und des entsprechenden der Werthe (37) aus (4) für den gesuchten Zeitzuwachs

$$\Delta t = r\frac{T}{2} - 2(t + t_0). \tag{39}$$

Er bewirkt zu Folge (6), dass der schwingende Punkt, der vor demselben den Punkt (9) mit den Coordinatgeschwindigkeiten (10) passirte, in den Punkt

$$(-1)^{r_1}x_1,\quad (-1)^{r_2}x_2,\ \ldots\ (-1)^{r_n}x_n \tag{40}$$

mit den Coordinatgeschwindigkeiten

$$-(-1)^{r_1}v_1,\ -(-1)^{r_2}v_2, \ldots\ -(-1)^{r_n}v_n \tag{41}$$

gelangt.

Ist r eine Zahl von der Form $2r$, so übergeht (39) in

$$\Delta t = rT - 2(t + t_0), \tag{42}$$

und, da die Zahlen (38) mit den Zahlen

$$\iota_1, \iota_2, \ldots \iota_n \tag{43}$$

gleichgeltend werden, (40) und (41) in

$$(-1)^{\iota_1}x_1,\quad (-1)^{\iota_2}x_2,\ \ldots\ (-1)^{\iota_n}x_n \tag{44}$$

$$-(-1)^{\iota_1}v_1, -(-1)^{\iota_n}v_2, \ldots -(-1)^{\iota_n}v_n. \tag{45}$$

Ist aber r eine Zahl von der Form $2r + 1$, so übergeht (39) in

$$\Delta t = (2r + 1)\frac{T}{2} - 2(t + t_0), \tag{46}$$

und, da die Zahlen (38) mit den Zahlen

$$\iota_1 + (1),\ \iota_2 + (2), \ldots \iota_n + (n) \tag{47}$$

gleichgeltend werden, (40) und (41) in

$$(-1)^{\iota_1+(1)}x_1,\quad (-1)^{\iota_2+(2)}x_2,\ \ldots\ (-1)^{\iota_n+(n)}x_n, \tag{48}$$

$$-(-1)^{\iota_1+(1)}v_1, -(-1)^{\iota_2+(2)}v_2, \ldots -(-1)^{\iota_n+(n)}v_n. \tag{49}$$

Wenn die Zahlen (43) entweder alle gerad, oder mit den Schwingungszahlen (16) gleichgeltend sind, so ist im ersten Falle (44) von (9), und (48) von (17); im zweiten (48) von (9), und (44) von (17) nicht verschieden. Es führt sonach im ersten Falle der Zeitzuwachs (42) zum Punkte (9), jener (46) zum Punkte (17); im zweiten der Zeitzuwachs (46) zum Punkte (9), jener (42) zum Punkte (17). Die Coordinatgeschwindigkeiten (45) und (49) sind aber immer alle entgegengesetzt denjenigen der Coordinatgeschwindigkeiten (10) und (18), welche sich auf die zusammenfallenden Punkte beziehen.

Wenn dagegen die Zahlen (43) weder alle gerad, noch mit den Schwingungszahlen (16) gleichgeltend sind, so sind sowohl (44) als (48) sowohl von (9) als (17) verschieden. Dem Punkte (9) der Schwingungscurve entspricht sonach nicht nur der symmetrische Punkt (17) sondern auch noch jeder der symmetrischen Punkte (44) und (48). Die letzteren Punkte stehen zu einander in demselben Symmetrieverhältnisse, wie die ersteren.

Die gefundenen Resultate lassen sich in folgende Worte kleiden:

Wenn alle Anfangsphasen die durch (37) angegebenen Werthformen besitzen, in denen die Zahlen (43) entweder alle gerad, oder mit den Schwingungszahlen (16) gleichgeltend sind, so fallen zwei Äste der Schwingungscurve, die bei anderen Werthformen der Anfangsphasen gesondert sind, in einander zusammen. Die beiden zusammenfallenden Äste werden vom schwingenden Punkte im entgegengesetzten Sinne durchwandert. Wir wollen diese besondere Schwingungscurve die z u s a m m e n f a l l e n d e nennen.

Wenn alle Anfangsphasen die durch (37) angegebenen Werthformen besitzen, in denen die Zahlen (43) weder alle gerad, noch mit den Schwingungszahlen (16) gleichgeltend sind, so ist die Schwingungscurve nicht nur in Bezug auf ihre Projection auf den Coordinatraum, auf welchen sich die geraden der Schwingungszahlen (16) beziehen, sondern auch in Bezug auf ihre Projection auf den Coordinatraum, auf welchen sich die geraden der Zahlen (43), so wie auch auf den Coordinatraum, auf welchen sich die geraden der Zahlen (47) beziehen, symme-

trisch. Wir wollen diese besondere Schwingungscurve die doppelt symmetrische nennen.

Die angegebenen Kriterien der genannten besonderen Schwingungscurven setzen uns in den Stand, zu entscheiden, ob eine Schwingungscurve, deren Anfangsphasen in den Formen $t_1, t_2, \ldots t_n$ gegeben sind, der einen oder anderen Art dieser Curven angehört, oder nicht. Man bilde zu dem Ende die Gleichungen (36), und aus ihnen die folgenden

$$\frac{1}{4}(r_a T_a - r_b T_b) = t_a - t_b, \; \frac{1}{4}(r_a T_a - r_c T_c) = t_a - t_c, \; \ldots \; \frac{1}{4}(r_a T_a - r_s T_s) = t_a - t_s.$$

oder, wenn im Allgemeinen

$$4(h)_{a,h} \frac{t_a - t_h}{T_a} = 4(a)_{a,h} \frac{t_a - t_h}{T_h} = \mathfrak{r}_{a,h}$$

gesetzt wird, die folgenden

$$r_a(b)_{a,b} - r_b(a)_{a,b} = \mathfrak{r}_{a,b}, \; r_a(c)_{a,c} - r_c(a)_{a,c} = \mathfrak{r}_{a,c}, \; \ldots \; r_a(s)_{a,s} - r_s(a)_{a,s} = \mathfrak{r}_{a,s}. \quad (50)$$

Die erwähnte Entscheidung wird nun auf Grundlage der Untersuchung vorgenommen, ob die Gleichungen (50) in ganzen Zahlen für $r_1, r_2, \ldots r_n$ lösbar sind, oder nicht. Im ersten Falle gehört die Schwingungscurve der einen oder anderen Art der genannten besonderen Schwingungscurven an, im zweiten nicht. Ist im ersten Falle

$$\mathfrak{r}_1, \mathfrak{r}_2, \ldots \mathfrak{r}_n \quad (51)$$

ein System der Werthe von $r_1, r_2, \ldots r_n$, welches die Gleichungen (50) auf die genannte Art löst, so ist jedes andere derartige System entweder mit dem Systeme (51), oder mit dem folgenden

$$\mathfrak{r}_1 + (1), \mathfrak{r}_2 + (2), \ldots \mathfrak{r}_n + (n) \quad (52)$$

gleichgeltend, da die Schwingungscurve, im Falle sie überhaupt zu den genannten besonderen Schwingungscurven gehört, nur der einen, oder nur der andern Art derselben angehören kann.

Die Art der Besonderheit der Curve kann sonach aus der Beschaffenheit der Zahlen (51) oder (52) erkannt werden.

Hat man sich für das System (51) entschieden, so liefert eine beliebige der Gleichungen (37) den Werth von t_0. Die Kenntniss dieses Werthes erlaubt in jeder der betrachteten Schwingungscurven den Anfangspunkt der Zeit t so anzunehmen, dass die Anfangsphasen die Werthformen

$$t_1 = \iota_1 \frac{T_1}{4}, \quad t_2 = \iota_2 \frac{T_2}{4}, \quad \ldots \quad t_n = \iota_n \frac{T_n}{4} \tag{53}$$

bekommen. Man braucht zu diesem Ende nur den Anfangspunkt der Zeit um

$$\iota \frac{T}{4} + t_0 \tag{54}$$

zurückzuschieben. Für den neuen Anfangspunkt der Zeit erhält der Zeitzuwachs (39) die Werthform

$$\Delta t = r \frac{T}{2} - 2t. \tag{55}$$

In der zusammenfallenden Schwingungscurve lässt sich der Anfangspunkt der Zeit gleichzeitig immer so annehmen, dass die Anfangsphasen die Werthformen

$$t_1 = \iota_1 \frac{T_1}{2}, \quad t_2 = \iota_2 \frac{T_2}{2}, \quad \ldots \quad t_n = \iota_n \frac{T_n}{2} \tag{56}$$

bekommen. Man braucht zu diesem Ende nur die Zahl ι in (54), wenn die Zahlen (51) alle gerad sind, eine gerade, und wenn dies nicht der Fall ist, eine ungerade sein lassen. Für den neuen Anfangspunkt der Zeit ist von den Zeitzuwächsen (42), (46) derjenige, der den Punkt (9) ungeändert lässt, jener (42); er erhält nun die Werthform

$$\Delta t = rT - 2t. \tag{57}$$

Wir wollen eine Zeitzählung, in Bezug auf welche die Anfangsphasen, in der zusammenfallenden Schwingungscurve die Werthformen (56), in der doppelt symmetrischen jene (53) bekommen, eine der betreffenden Curve entsprechende natürliche

nennen, und uns derselben in diesen Curven immer bedienen, weil dadurch alle auf dieselben sich beziehenden Formeln eine einfachere Gestalt bekommen.

Aus obigen Resultaten, und der bekannten Beziehung der Projection der Schwingungscurve auf den Coordinatraum x_{z_k} zu der, diesem Coordinatraume entsprechenden Schwingungscurve ziehen wir nachstehende Folgerungen:

1. Wenn die Anfangsphasen, auf welche z_k hinweiset, die Werthformen

$$t_a = \iota_a \frac{T_a}{4} + t_0,\ t_b = \iota_b \frac{T_b}{4} + t_0,\ \ldots\ t_i = \iota_i \frac{T_i}{4} + t_0 \qquad (58)$$

besitzen, so ist die Projection der Schwingungscurve auf den Coordinatraum x_{z_k} eine besondere, und zwar zusammenfallend, wenn die ι entweder alle gerad, oder mit den Schwingungszahlen (20) gleichgeltend sind, und doppelt symmetrisch, wenn die ι anders beschaffene ganze Zahlen sind. Eine Zeitzählung, in Bezug auf welche die Anfangsphasen (58) in der zusammenfallenden Projection die Werthformen

$$t_a = \iota_a \frac{T_a}{2},\ t_b = \iota_b \frac{T_b}{2},\ \ldots\ t_i = \iota_i \frac{T_i}{2},$$

in der doppelt symmetrischen jene

$$t_a = \iota_a \frac{T_a}{4},\ t_b = \iota_b \frac{T_b}{4},\ \ldots\ t_i = \iota_i \frac{T_i}{4}$$

bekommen, ist eine der betreffenden besonderen Projection entsprechende natürliche, deren wir uns in Schwingungscurven, welchen diese Projection zukommt, bei Betrachtung der sich auf diese Projection beziehenden Eigenschaften derselben immer bedienen wollen. In einer Schwingungscurve, deren Projection auf den Coordinatraum x_{z_k} zusammenfallend ist, kehren nach jedesmaligem Zeitzuwachse

$$\Delta t = rT_{z_k} - 2t \qquad (59)$$

dieselben Werthe der Coordinaten x_{z_k} zurück, die vor demselben bestanden, und in einer Schwingungscurve, deren Projection auf

den Coordinatraum x_{z_k} doppelt symmetrisch ist, entspricht dem Punkte

$$x_a,\ x_b,\ \ldots\ x_i$$

der Projection nicht nur der Symmetriepunkt

$$(-1)^{(a)_{z_k}} x_a,\ (-1)^{(b)_{z_k}} x_b,\ \ldots\ (-1)^{(i)_{z_k}} x_i,$$

sondern auch noch die Symmetriepunkte

$$(-1)^{\tau_a} x_a, \qquad (-1)^{\tau_b} x_b, \quad \ldots \quad (-1)^{\tau_i} x_i:$$
$$(-1)^{\tau_a+(a)_{z_k}} x_a,\ (-1)^{\tau_b+(b)_{z_k}} x_b,\ \ldots\ (-1)^{\tau_i+(i)_{z_k}} x_i.$$

2. Die Projection der zusammenfallenden Schwingungscurve auf den Coordinatraum x_{z_k} ist immer zusammenfallend, und eine Zeitzählung, die in Bezug auf die zusammenfallende Schwingungscurve eine natürliche ist, ist es auch in Bezug auf jene Projection. Die Projection der doppelt symmetrischen Schwingungscurve auf den Coordinatraum x_{z_k} ist zusammenfallend oder doppelt symmetrisch, ersteres, wenn die τ in (37), auf welche z_k hinweiset, entweder alle gerad, oder mit den Schwingungszahlen (20) gleichgeltend sind, letzteres wenn diese τ anders beschaffene ganze Zahlen sind.

Wenn die Projection der Schwingungscurve auf den Coordinatraum $x_{\underline{a}}$ zusammenfallend ist, so ertheilen die Zeitzuwächse

$$\Delta t = rT_a - 2t \tag{60}$$

den Coordinaten $x_{\underline{a}}$ nach (59) keine Werthänderung, hingegen der Coordinate x_a, $\underline{(a)}$ verschiedene Werthe, die im nachstehenden Ausdrucke

$$x_a = a_a \cos 2\pi \left(\frac{t-t_a}{T_a} - \frac{r(a)}{\underline{(a)}}\right) \tag{61}$$

enthalten sind. Die Zahl der verschiedenen Punkte dieser Schwingungscurve, welche einem bestimmten Punkte der a-Schwingungscurve für verschiedene Zeitzuwächse (60) angehören, ist sonach

$$\underline{(a)}.$$

Wenn die Projection der Schwingungscurve auf den Coordinatraum $x_{\underline{a,b}}$ zusammenfallend ist, so ertheilen die Zeitzuwächse

$$\Delta t = rT_{\underline{a,b}} - 2t \tag{62}$$

den Coordinaten $x_{\underline{a,b}}$ keine Werthänderung, hingegen den Coordinaten $x_{a,b}$, $(\underline{a,b})$ verschiedene Werthsysteme, die in nachstehenden Ausdrücken

$$\begin{aligned} x_a &= a_a \cos 2\pi \left(\frac{t - t_a}{T_a} - \frac{r(a)}{(\underline{a,b})} \right), \\ x_b &= a_b \cos 2\pi \left(\frac{t - t_b}{T_b} - \frac{r(b)}{(\underline{a,b})} \right) \end{aligned} \tag{63}$$

enthalten sind. Die Zahl der verschiedenen Punkte dieser Schwingungscurve, welche einem bestimmten Punkte der $\underline{a,b}$-Schwingungscurve für verschiedene Zeitzuwächse (62) angehören, ist sonach

$$(\underline{a,b}).$$

Analoge Schlüsse lassen ersehen, dass, wenn überhaupt die Projection der Schwingungscurve auf den Coordinatraum $x_{\underline{z_k}}$ zusammenfallend ist, die Zeitzuwächse

$$\Delta t = rT_{\underline{z_k}} - 2t \tag{64}$$

den Coordinaten $x_{\underline{z_k}}$ keine Werthänderung, hingegen den Coordinaten x_{z_k}, $(\underline{z_k})$ verschiedene Werthsysteme ertheilen, die in nachstehenden Ausdrücken

$$\begin{aligned} x_a &= a_a \cos 2\pi \left(\frac{t - t_a}{T_a} - \frac{r(a)}{(\underline{z_k})} \right), \\ x_b &= a_b \cos 2\pi \left(\frac{t - t_b}{T_b} = \frac{r(b)}{(\underline{z_k})} \right), \\ &\cdots\cdots\cdots\cdots \\ x_i &= a_i \cos 2\pi \left(\frac{t - t_i}{T_i} - \frac{r(i)}{(\underline{z_k})} \right) \end{aligned} \tag{65}$$

enthalten sind, und dass die Zahl der verschiedenen Punkte dieser Schwingungscurve, welche einem bestimmten Punkte der

$\underline{z_k}$-Schwingungscurve für verschiedene Zeitzuwächse (64) angehören,

$$(\underline{z_k})$$

ist.

Für die directe Bezeichnungsart der Zeigergruppe in (64) sprechen sich diese Sätze folgendermassen aus: Wenn die Projection der Schwingungscurve auf den Coordinatraum x_{z_k} zusammenfallend ist, so ertheilen die Zeitzuwächse

$$\Delta t = rT_{z_k} - 2t \tag{66}$$

den Coordinaten x_{z_k} keine Werthänderung, hingegen den Coordinaten $x_{\underline{z_k}}$, (z_k) verschiedene Werthsysteme, die in nachstehenden Ausdrücken

$$\begin{aligned} x_p &= a_p \cos 2\pi \left(\frac{t-t_p}{T_p} - \frac{r(p)}{(z_k)}\right), \\ x_q &= a_q \cos 2\pi \left(\frac{t-t_q}{T_q} - \frac{r(q)}{(z_k)}\right), \\ &\cdots\cdots\cdots\cdots \\ x_s &= a_s \cos 2\pi \left(\frac{t-t_s}{T_s} - \frac{r(s)}{(z_k)}\right) \end{aligned} \tag{67}$$

enthalten sind. Die Zahl der verschiedenen Punkte dieser Schwingungscurve, welche einem bestimmten Punkte der z_k-Schwingungscurve für verschiedene Zeitzuwächse (66) angehören, ist

$$(z_k).$$

Aus der Reihe der speciellen Fälle, deren allgemeines Gesetz soeben angegeben worden ist, heben wir noch die zwei Endglieder hervor.

Wenn die Projection der Schwingungscurve auf die Coordinatebene $x_{a,b}$ zusammenfallend ist, so ertheilen die Zeitzuwächse

$$\Delta t = rT_{a,b} - 2t \tag{68}$$

den Coordinaten $x_{a,b}$ keine Werthänderung, hingegen den Coordinaten $x_{\underline{a,b}}$, (a,b) verschiedene Werthsysteme, die in nachstehenden Ausdrücken

$$x_c = a_c \cos 2\pi \left(\frac{t-t_c}{T_c} - \frac{r(c)}{(a,b)}\right),$$
$$x_d = a_d \cos 2\pi \left(\frac{t-t_d}{T_d} - \frac{r(d)}{(a,b)}\right), \tag{69}$$
$$\cdots\cdots\cdots\cdots$$
$$x_s = a_s \cos 2\pi \left(\frac{t-t_s}{T_s} - \frac{r(s)}{(a,b)}\right)$$

enthalten sind. Die Zahl der verschiedenen Punkte dieser Schwingungscurve, welche einem bestimmten Punkte der a,b-Schwingungscurve für verschiedene Zeitzuwächse (68) angehören, ist

$$(a,b).$$

Da die Projection der Schwingungscurve auf die Coordinataxe x_a, d. i. die dieser Axe entsprechende Schwingungscurve immer zusammenfallend ist, so ertheilen die Zeitzuwächse

$$\Delta t = rT_a - 2t \tag{70}$$

der Coordinate x_a keine Werthänderung, hingegen den Coordinaten $x_{\underline{a}}$, (a) verschiedene Werthsysteme, die in nachstehenden Ausdrücken

$$x_b = a_b \cos 2\pi \left(\frac{t-t_b}{T_b} - \frac{r(b)}{(a)}\right),$$
$$x_c = a_c \cos 2\pi \left(\frac{t-t_c}{T_c} - \frac{r(c)}{(a)}\right), \tag{71}$$
$$\cdots\cdots\cdots\cdots$$
$$x_s = a_s \cos 2\pi \left(\frac{t-t_s}{T_s} - \frac{r(s)}{(a)}\right)$$

enthalten sind. Die Zahl der verschiedenen Punkte der Schwingungscurve, welche einem bestimmten Punkte der a-Schwingungscurve für verschiedene Zeitzuwächse (70) angehören, ist

$$(a).$$

Wenn die Projection der Schwingungscurve auf den Coordinatraum $x_{\underline{a}}$ nicht zusammenfallend ist, so gibt es ausser den Zeitzuwächsen (21) keine anderen, welche den Coordinaten $x_{\underline{a}}$

keine Werthänderung ertheilen. Einem bestimmten Werthsysteme der Coordinaten $x_{\underline{a}}$ entsprechen daher nur die verschiedenen Werthe (22) der Coordinate x_a. Die Zahl der verschiedenen Punkte dieser Schwingungscurve, welche einem bestimmten Punkte der $\underline{a}$-Schwingungscurve angehören, ist sonach

$$(\underline{a}).$$

Dieselben liegen in einer a-Schwingungscurve.

Wenn die Projection der Schwingungscurve auf den Coordinatraum $x_{\underline{a,b}}$ nicht zusammenfallend ist, so gibt es ausser den Zeitzuwächsen (23) keine anderen, welche den Coordinaten $x_{\underline{a,b}}$ keine Werthänderung ertheilen. Einem bestimmten Werthsysteme der Coordinaten $x_{\underline{a,b}}$ entsprechen daher nur die verschiedenen Werthsysteme (24) der Coordinaten $x_{a,b}$. Die Zahl der verschiedenen Punkte dieser Schwingungscurve, welche einem bestimmten Punkte der $\underline{a,b}$-Schwingungscurve angehören, ist sonach

$$(\underline{a,b}).$$

Dieselben liegen in einer a,b-Schwingungscurve, und zwar gleichzeitig in $(\underline{a,b})_{\underline{a}}$, a-Schwingungscurven, deren jede ihrer $(\underline{a})$ enthält, und in $(\underline{a,b})_{\underline{b}}$, b-Schwingungscurven, deren jede ihrer $(\underline{b})$ besitzt.

Wenn die Projection der Schwingungscurve auf den Coordinatraum $x_{\underline{a,b,c}}$ nicht zusammenfallend ist, so gibt es ausser den Zeitzuwächsen (25) keine anderen, welche den Coordinaten $x_{\underline{a,b,c}}$ keine Werthänderung ertheilen. Einem bestimmten Werthsysteme der Coordinaten $x_{\underline{a,b,c}}$ entsprechen daher nur die verschiedenen Werthsysteme (26) der Coordinaten $x_{a,b,c}$. Die Zahl der verschiedenen Punkte dieser Schwingungscurve, welche einem bestimmten Punkte der $\underline{a,b,c}$-Schwingungscurve angehören, ist sonach

$$(\underline{a,b,c}).$$

Dieselben liegen in einer a,b,c-Schwingungscurve, und zwar gleichzeitig in $(\underline{a,b,c})_{\underline{a}}$, a-Schwingungscurven, deren jede ihrer

$(\underline{a})$ enthält, in $(\underline{a,b,c})_{\underline{b}}$, b-Schwingungscurven, deren jede ihrer $(\underline{b})$ besitzt, und in $(\underline{a,bc})_{\underline{c}}$, c-Schwingungscurven, deren jede ihrer $(\underline{c})$ aufnimmt. Sie liegen auch gleichzeitig in $(\underline{a,b,c})_{\underline{a,b}}$, a,b-Schwingungscurven, deren jede ihrer $(\underline{a,b})$ enthält, in $(\underline{a,bc})_{\underline{b,c}}$, b,c-Schwingungscurven, deren jede ihrer $(\underline{b,c})$ besitzt, und in $(\underline{a,b,c})_{\underline{c,a}}$, c,a-Schwingungscurven, deren jede ihrer $(\underline{c,a})$ aufnimmt.

Analoge Schlüsse lassen ersehen, dass, wenn überhaupt die Projection der Schwingungscurve auf den Coordinatraum $x_{\underline{z_k}}$ nicht zusammenfallend ist, einem bestimmten Werthsysteme der Coordinaten $x_{\underline{z_k}}$ nur die verschiedenen Werthsysteme (28) der Coordinaten x_{z_k} entsprechen, und dass die Zahl der verschiedenen Punkte dieser Schwingungscurve, welche einem bestimmten Punkte der $\underline{z_k}$-Schwingungscurve angehören,

$$(\underline{z_k})$$

ist. Dieselben liegen in einer z_k-Schwingungscurve, und zwar, unter $z_{k_{,,}}$ überhaupt eine Zeigergruppe verstanden, welche in z_k ganz begriffen ist, in $(\underline{z_k})_{\underline{z_{k_{,,}}}}$, $z_{k_{,,}}$-Schwingungscurven, deren jede ihrer $(\underline{z_{k_{,,}}})$ enthält.

Für die directe Bezeichnungsart der Zeigergruppe in (27) sprechen sich diese Sätze folgendermassen aus: Wenn die Projection der Schwingungscurve auf den Coordinatraum x_{z_k} nicht zusammenfallend ist, so entsprechen einem bestimmten Werthsysteme der Coordinaten x_{z_k} nur die verschiedenen Werthsysteme (30) der Coordinaten $x_{\underline{z_k}}$. Die Zahl der verschiedenen Punkte dieser Schwingungscurve, welche einem bestimmten Punkte der z_k-Schwingungscurve angehören, ist

$$(z_k).$$

Dieselben liegen in einer $\underline{z_k}$-Schwingungscurve, und zwar, unter $z_{k,}$ überhaupt eine Zeigergruppe verstanden, in welcher z_k ganz begriffen ist, in $(z_k)_{z_{k,}}$, $\underline{z_{k,}}$-Schwingungscurven, deren jede ihrer $(z_{k,})$ enthält.

Aus der Reihe der speciellen Fälle, deren allgemeines Gesetz so eben angegeben worden ist, heben wir noch das Endglied hervor.

Wenn die Projection der Schwingungscurve auf die Coordinatebene $x_{\underline{a,b}}$ nicht zusammenfallend ist, so entsprechen einem bestimmten Werthsysteme der Coordinaten $x_{a,b}$ nur die verschiedenen Werthsysteme (32) der Coordinaten $x_{\underline{a,b}}$. Die Zahl der verschiedenen Punkte dieser Schwingungscurve, welche einem bestimmten Punkte der a, b-Schwingungscure angehören, ist

$$(\underline{a}, \underline{b}).$$

Dieselben liegen in einer $a,\underline{b}$-Schwingungscurve, und zwar in $(a, b)_{z_{k,}}$, $z_{\underline{k,}}$-Schwingungscurven, deren jede ihrer $(z_{k,})$ enthält.

Wenn aber die Projection der Schwingungscurve auf den Coordinatraum $x_{\underline{a}}$ zusamenfallend ist, so gibt es ausser den Zeitzuwächsen (21) noch jene (60), welche den Coordinaten $x_{\underline{a}}$ keine Werthänderung ertheilen. Einem bestimmten Werthsysteme der Coordinaten $x_{\underline{a}}$ entsprechen daher nicht nur die verschiedenen Werthe (22), sondern auch jene (61) der Coordinate x_a. Da in Bezug auf dieDarstellung aller verschiedenen Werthe (22) und (61), insofern dieselben durch r erzeugt werden das Zeichen von r gleichgültig ist, so sind beide Arten der Werthe im nachstehenden Ausdrucke

$$x_a = a_a \cos 2\pi \left(\frac{t \pm t_a}{T_a} + \frac{r(a)}{(\underline{a})} \right) \tag{72}$$

enthalten. Wenn nicht zugleich die Schwingungscurve selbst zusammenfallend ist, so gehört bei keiner, der genannten Projection entsprechenden natürlichen Zeitzählung die Anfangsphase t_a der betreffenden der Werthformen (56) an, und daher ist jeder der Werthe (72) für das obere Zeichen des Doppelzeichens von dem entsprechenden für das untere verschieden. Die Zahl der verschiedenen Punkte dieser Schwingungscurve, welche einem bestimmten Punkte der $\underline{a}$-Schwingungscurve angehören, ist sonach

$$2\,(\underline{a}).$$

Dieselben liegen in einer a-Schwingungscurve.

Wenn die Projection der Schwingungscurve auf den Coordinatraum $x_{\underline{a,b}}$ zusammenfallend ist, so gibt es ausser den Zeitzuwächsen (23) noch jene (62), welche den Coordinaten $x_{\underline{a,b}}$

keine Werthänderung ertheilen. Einem bestimmten Werthsysteme der Coordinaten $x_{\underline{a,b}}$ entsprechen daher nicht nur die verschiedenen Werthsysteme (24), sondern auch jene (63) der Coordinaten $x_{a,b}$. Beide Arten der Werthsysteme sind in nachstehenden Ausdrücken

$$x_a = a_a \cos 2\pi \left(\frac{t \pm t_a}{T_a} + \frac{r(a)}{\underline{(a,b)}}\right),$$
$$x_b = a_b \cos 2\pi \left(\frac{t \pm t_b}{T_b} + \frac{r(b)}{\underline{(a,b)}}\right) \tag{73}$$

enthalten. Wenn nicht zugleich die Schwingungscurve selbst zusammenfallend ist, so gehören bei keiner, der genannten Projection entsprechenden, natürlichen Zeitzählung beide Anfangsphasen t_a und t_b den betreffenden der Werthformen (56) an, und daher ist jeder der Werthsysteme (73) für das obere Zeichen des Doppelzeichens von dem entsprechenden für das untere verschieden. Die Zahl der verschiedenen Punkte dieser Schwingungscurve, welche einem bestimmten Punkte der $\underline{a,b}$-Schwingungscurve angehören, ist sonach

$$2\,\underline{(a,b)}.$$

Dieselben liegen in einer a,b-Schwingungscurve, und zwar gleichzeitig in $2\,\underline{(a,b)}_{\underline{a}}$, a-Schwingungscurven, deren jede ihrer $\underline{(a)}$ enthält, oder in $\underline{(a,b)}_{\underline{a}}$, a-Schwingungscurven, deren jede ihrer $2\,\underline{(a)}$ besitzt, je nachdem die Projection der Schwingungscurve auf den Coordinatraum $x_{\underline{a}}$ nicht zusammenfallend, oder zusammenfallend ist, und in $2\,\underline{(a,b)}_{\underline{b}}$, b-Schwingungscurven, deren jede ihrer $\underline{(b)}$ enthält, oder in $\underline{(a,b)}_{\underline{b}}$, b-Schwingungscurven, deren jede ihrer $2\,\underline{(b)}$ besitzt, je nachdem die Projection der Schwingungscurve auf den Coordinatraum $x_{\underline{b}}$ nicht zusammenfallend, oder zusammenfallend ist.

Analoge Schlüsse lassen ersehen, dass, wenn überhaupt die Projection der Schwingungscurve auf den Coordinatraum $x_{\underline{z_k}}$ zusammenfallend ist, einem bestimmten Werthsysteme der Coordinaten $x_{\underline{z_k}}$ nicht nur die verschiedenen Werthsysteme (28), son-

dern auch jene (65) der Coordinaten x_{s_k} entsprechen. Beide Arten der Werthsysteme sind in nachstehenden Ausdrücken

$$
\begin{aligned}
x_a &= a_a \cos 2\pi \left(\frac{t \pm t_a}{T_a} + \frac{r(a)}{(\underline{z_k})} \right), \\
x_b &= a_b \cos 2\pi \left(\frac{t \pm t_b}{T_b} + \frac{r(b)}{(\underline{z_k})} \right), \\
&\quad \cdots\cdots\cdots\cdots \\
x_i &= a \cos 2\pi \left(\frac{t \pm t}{T_i} + \frac{r(i)}{(\underline{z_k})} \right)
\end{aligned}
\tag{74}
$$

enthalten. Wenn nicht zugleich die Schwingungscurve selbst zusammenfallend ist, so ist die Zahl der verschiedenen Punkte dieser Schwingungscurve, welche einem bestimmten Punkte der $\underline{z_k}$-Schwingungscurve angehören

$$2\,(\underline{z_k}).$$

Dieselben liegen in einer z_k-Schwingungscurve, und zwar in $2(\underline{z_k})_{\underline{z_{k_{,,}}}}$, $z_{k_{,,}}$-Schwingungscurven, deren jede ihrer $(\underline{z_{k_{,,}}})$ enthält, oder in $(\underline{z_k})_{\underline{z_{k_{,,}}}}$, $z_{k_{,,}}$-Schwingungscurven, deren jede ihrer $2\,(\underline{z_{k_{,,}}})$ besitzt, je nachdem die Projection der Schwingungscurve auf den Coordinatraum $x_{\underline{z_{k_{,,}}}}$ nicht zusammenfallend, oder zusammenfallend ist.

Für die directe Bezeichnungsart der Zeigergruppe in (27) sprechen sich diese Sätze folgendermassen aus: Wenn die Projection der Schwingungscurve auf den Coordinatraum x_{s_k} zusammenfallend ist, so entsprechen einem bestimmten Werthsysteme der Coordinaten x_{s_k} nicht nur die verschiedenen Werthsysteme (30), sondern auch jene (67) der Coordinaten $x_{\underline{s_k}}$. Beide Arten der Werthsysteme sind in nachstehenden Ausdrücken

$$
\begin{aligned}
x_p &= a_p \cos 2\pi \left(\frac{t \pm t_p}{T_p} + \frac{r(p)}{(z_k)} \right), \\
x_q &= a_q \cos 2\pi \left(\frac{t \pm t_q}{T_q} + \frac{r(q)}{(z_k)} \right), \\
&\quad \cdots\cdots\cdots\cdots \\
x_s &= a_s \cos 2\pi \left(\frac{t \pm t_s}{T_s} + \frac{r(s)}{(z_k)} \right)
\end{aligned}
\tag{75}
$$

enthalten. Wenn nicht zugleich die Schwingungscurve selbst zusammenfallend ist, so ist die Zahl der verschiedenen Punkte dieser Schwingungscurve, welche einem bestimmten Punkte der z_k-Schwingungscurve angehören ·

$$2(z_k).$$

Dieselben liegen in einer $\underline{z_k}$-Schwingungscurve, und zwar in $2(z_k)_{z_{k_1}}$, $\underline{z_{k_1}}$-Schwingungscurven, deren jede ihrer (z_{k_1}) enthält, oder in $(z_k)_{z_{k_1}}$, $\underline{z_{k_1}}$-Schwingungscurven, deren jede ihrer $2(z_{k_1})$ besitzt, je nachdem die Projection der Schwingungscurve auf den Coordinatraum $x_{z_{k_1}}$ nicht zusammenfallend, oder zusammenfallend ist.

Aus der Reihe der speciellen Fälle, deren allgemeines Gesetz so eben angegeben worden ist, heben wir noch die zwei Endglieder hervor.

Wenn die Projection der Schwingungscurve auf die Coordinatebene $x_{a,b}$ zusammenfallend ist, so entsprechen einem bestimmten Werthsysteme der Coordinaten $x_{a,b}$ nicht nur die verschiedenen Werthsysteme (32), sondern auch jene (69) der Coordinaten $x_{\underline{a,b}}$. Beide Arten der Werthsysteme sind in nachstehenden Ausdrücken

$$\begin{aligned} x_c &= a_c \cos 2\pi \left(\frac{t \pm t_c}{T_c} + \frac{r(c)}{(a,b)} \right), \\ x_d &= a_d \cos 2\pi \left(\frac{t \pm t_d}{T_d} + \frac{r(d)}{(a,b)} \right), \\ &\cdots\cdots\cdots\cdots \\ x_s &= a_s \cos 2\pi \left(\frac{t \pm t_s}{T_s} + \frac{r(s)}{(a,b)} \right) \end{aligned} \tag{76}$$

enthalten. Wenn nicht zugleich die Schwingungscurve selbst zusammenfallend ist, so ist die Zahl der verschiedenen Punkte dieser Schwingungscurve, welche einem bestimmten Punkte der a,b-Schwingungscurve angehören,

$$2(a,b).$$

Dieselben liegen in einer $\underline{a,b}$-Schwingungscurve, und zwar in $2(a,b)_{z_{k_1}}$, $\underline{z_{k_1}}$-Schwingungscurven, deren jede ihrer (z_{k_1}) enthält,

oder in $(a,b)_{z_{k_1}}$, $\underline{z_{k_1}}$-Schwingungscurven, deren jede ihrer $2(z_{k_1})$ besitzt, je nachdem die Projection der Schwingungscurve auf den Coordinatraum $x_{z_{k_1}}$ nicht zusammenfallend, oder zusammenfallend ist.

Da die Projection der Schwingungscurve auf die Coordinataxe x_a immer zusammenfallend ist, so entsprechen einem bestimmten Werthe der Coordinate x_a nicht nur die verschiedenen Werthsysteme (34) sondern auch jene (71) der Coordinaten $x_{\underline{a}}$. Beide Arten der Werthsysteme sind in nachstehenden Ausdrücken

$$\begin{aligned} x_b &= a_b \cos 2\pi \left(\frac{t \pm t_b}{T_b} + \frac{r(b)}{(a)} \right), \\ x_c &= a_c \cos 2\pi \left(\frac{t \pm t_c}{T_c} + \frac{r(c)}{(a)} \right), \\ &\cdots\cdots\cdots\cdots \\ x_s &= a_s \cos 2\pi \left(\frac{t \pm t_s}{T_s} + \frac{r(s)}{(a)} \right) \end{aligned} \tag{77}$$

enthalten. Wenn nicht zugleich die Schwingungscurve selbst zusammenfallend ist, so ist die Zahl der verschiedenen Punkte dieser Schwingungscurve, welche einem bestimmten Punkte der a-Schwingungscurve angehören,

$$2(a).$$

Dieselben liegen in einer $\underline{a}$-Schwingungscurve, und zwar in $2(a)_{z_{k_1}}$, $\underline{z_{k_1}}$-Schwingungscurven, deren jede ihrer (z_{k_1}) enthält, oder in $(a)_{z_{k_1}}$, $\underline{z_{k_1}}$-Schwingungscurven, deren jede ihrer $2(z_{k_1})$ besitzt, je nachdem die Projection der Schwingungscurve auf den Coordinatraum $x_{z_{k_1}}$ nicht zusammenfallend, oder zusammenfallend ist.

Wenn die Schwingungscurve selbst zusammenfallend ist, so übergehen wegen (56) die Ausdrücke (72), (73)...(76) und (77) der Reihe nach in folgende

$$x_a = (-1)^x \cdot a_a \cos 2\pi \left(\frac{t}{T_a} + \frac{r(a)}{(\underline{a})} \right);$$

$$x_a = (-1)^x \cdot a_a \cos 2\pi \left(\frac{t}{T_a} + \frac{r(\underline{a})}{(a,\underline{b})} \right),$$

$$x_b = (-1)^{\nu} \cdot a_b \cos 2\pi \left(\frac{t}{T_b} + \frac{r(b)}{(\underline{a}, b)} \right);$$

. . . .

. . . .

$$x_c = (-1)^{\nu} \cdot a_c \cos 2\pi \left(\frac{t}{T_c} + \frac{r(c)}{(a, b)} \right),$$

$$x_d = (-1)^{\nu} \cdot a_d \cos 2\pi \left(\frac{t}{T_d} + \frac{r(d)}{(a, b)} \right),$$

. . . .

$$x_s = (-1)^{\nu} \cdot a_s \cos 2\pi \left(\frac{t}{T_s} + \frac{r(s)}{(a, b)} \right);$$

$$x_b = (-1)^{\nu} \cdot a_b \cos 2\pi \left(\frac{t}{T_b} + \frac{r(b)}{(a)} \right),$$

$$x_c = (-1)^{\nu} \cdot a_c \cos 2\pi \left(\frac{t}{T_c} + \frac{r(c)}{(a)} \right),$$

. . . .

$$x_s = (-1)^{\nu} \cdot a_s \cos 2\pi \left(\frac{t}{T_s} + \frac{r(s)}{(a)} \right).$$

Die Zahl der verschiedenen Punkte dieser Schwingungscurve, welche einem bestimmten Punkte der $\underline{a}$-, $\underline{a,b}$-, ... $\overline{a,b}$-, und a-Schwingungscurve angehören, ist sonach der Reihe nach

$$(\underline{a}),$$

$$(\underline{a,b}),$$

$$\cdots$$

$$(a, b)$$

$$(a).$$

Die ersteren Punkte liegen in einer $\underline{a}$-Schwingungscurve, die zweiten in einer $\underline{a,b}$-Schwingungscurve, und zwar gleichzeitig in $(\underline{a,b})_{\underline{a}}$, a-Schwingungscurven, deren jede ihrer $(\underline{a})$ enthält, und in $(\underline{a,b})_{\underline{b}}$, b-Schwingungscurven, deren jede ihrer $(\underline{b})$, besitzt, ... die vorletzten in einer $\overline{a,b}$-Schwingungscurve, und zwar in $(a, b)_{z_{k,}}$, $z_{k,}$-Schwingungscurven, deren jede ihrer $(z_{k,})$ enthält, und die letzten in einer $\overline{a}$-Schwingungscurve, und zwar in $(a)_{z_{k,}}$, $z_{k,}$-Schwingungcurven, deren jede ihrer $(z_{k,})$ enthält.

§. 5.

Besondere Punkte der Schwingungscurven überhaupt.

Es sei

$$t_a = \mathfrak{t}_a \frac{T_a}{2}$$

die Anfangsphase der a-Schwingung.

Setzt man den Zeitzuwachs (70), d. i.

$$\Delta t = r_a T_a - 2t,$$

welcher x_a gar nicht, und v_a nur dem Zeichen nach ändert, dem Zeitzuwachse (21), d. i.

$$\Delta t = r_{\underline{a}} T_{\underline{a}},$$

welcher $x_{\underline{a}}$ und $v_{\underline{a}}$ gar nicht ändert, gleich, so erhält man

$$r_a T_a - 2t = r_{\underline{a}} T_{\underline{a}}.$$

Man findet hieraus

$$\begin{aligned} t &= \frac{1}{2}(r_a T_a - r_{\underline{a}} T_{\underline{a}}) = \frac{r_a(a) - r_{\underline{a}}(a)}{(\underline{a})(a)} T \\ &= \frac{1}{2} \frac{\bar{\mathfrak{t}}_a}{(\underline{a})(a)} T = \frac{1}{2} \frac{\bar{\mathfrak{t}}_a}{(\underline{a})} T_a = \frac{1}{2} \frac{\bar{\mathfrak{t}}}{(a)} T_{\underline{a}}, \end{aligned} \tag{78}$$

$$\begin{aligned} t + \Delta t &= \frac{1}{2}(r_a T_a + r_{\underline{a}} T_{\underline{a}}) = \frac{r_a(\underline{a}) + r_{\underline{a}}(a)}{(\underline{a})(a)} T \\ &= \frac{1}{2} \frac{\overset{+}{\mathfrak{t}}_a}{(\underline{a})(a)} T = \frac{1}{2} \frac{\overset{+}{\mathfrak{t}}_a}{(\underline{a})} T_a = \frac{1}{2} \frac{\overset{+}{\mathfrak{t}}_a}{(a)} T_{\underline{a}} \end{aligned} \tag{79}$$

wenn

$$\begin{aligned} r_a(\underline{a}) - r_{\underline{a}}(a) &= \bar{\mathfrak{t}}_a \\ r_a(\underline{a}) + r_{\underline{a}}(a) &= \overset{+}{\mathfrak{t}}_a \end{aligned} \tag{80}$$

gesetzt wird. In den Zeiten (78) und (79) geht sonach der schwingende Punkt durch denselben Punkt der Schwingungs-

bahn, und mit denselben Coordinatgeschwindigkeiten $r_{\underline{a}}$ hindurch, während die Coordinatgeschwindigkeit r_a in beiden Zeiten numerisch gleich, aber dem Zeichen nach entgegengesetzt ist. Die diesen Zeiten entsprechenden Punkte der Schwingungscurve wollen wir a-**Punkte** nennen. Für die Zeit dieser Punkte haben wir nach (78) und (79), wenn der Kürze wegen

$$(\underline{a})(a) = z$$

gesetzt wird, allgemein

$$t = \frac{1}{2}\frac{\tau}{z}T. \tag{81}$$

Bezeichnet man den vorletzten der nach der Theorie der Kettenbrüche bestimmten Näherungswerthe des Bruches $\frac{(\underline{a})}{(a)}$ mit $\frac{\alpha}{\beta}$, und den Stellenzeiger dieses Näherungswerthes mit s, so erhält man für jedes τ, als $\bar{\tau}_a$ betrachtet, das zugehörige $\overset{+}{\tau}_a$ einfach auf folgende Weise: Die Auflösung der ersten Gleichung in (80) in ganzen Zahlen für r_a und $r_{\underline{a}}$ gibt

$$r_a = (-1)^s \tau\beta + r(a), \quad r_{\underline{a}} = (-1)^s \tau\alpha + r(\underline{a}).$$

Mit diesen Werthen gibt die zweite in (80)

$$\overset{+}{\tau}_a = (-1)^s \tau[\beta(\underline{a}) + \alpha(a)] + 2r(\underline{a})(a),$$

oder unter Beachtung der durch eine Eigenschaft des vorletzten Näherungswerthes eines Kettenbruches gelieferten Relation

$$(-1)^s = \beta(\underline{a}) - \alpha(a),$$

$$\overset{+}{\tau}_a = \tau u_a + 2r(\underline{a})(a),$$

worin

$$u_a = 1 + (-1)^s 2\alpha(a) = -1 + (-1)^s 2\beta(\underline{a})$$

ist. Der Werth von $\overset{+}{\tau}_a$ lässt ersehen, dass $\overset{+}{\tau}_a$ von τ um ein Vielfaches oder Nichtvielfaches von $2(\underline{a})(a)$ verschieden ist, je nach-

dem ι ein Vielfaches oder Nichtvielfaches von $(\underline{a})$ ist, und dass ein schicklicher Werth von r immer bewirken kann, dass $\overset{+}{\iota}_a$ positiv und kleiner als $2\,(\underline{a})\,(a)$ ausfällt.

Aus (81) und (1) erhält man für die betrachteten Punkte

$$
\begin{aligned}
x_a &= (-1)^{\iota \cdot} a_a \cos\pi \; \frac{\iota(a)}{z}, \\
x_b &= a_b \cos\pi \left(\frac{2t_b}{T_b} + \frac{\iota(b)}{z}\right), \\
&\ldots\ldots\ldots\ldots \\
x_s &= a_s \cos\pi \left(\frac{2t_s}{T_s} + \frac{\iota(s)}{z}\right).
\end{aligned}
\qquad (82)
$$

Der Charakter dieser Punkte bringt es mit sich, dass für

$$\iota \text{ und } \overset{+}{\iota}_a$$

die Coordinaten dieselben Werthsysteme, hingegen die Coordinatgeschwindigkeiten 2 Werthsysteme erhalten, welche, wenn das der Zahl ι entsprechende Werthsystem der Coordinatgeschwindigkeiten v_a und $v_{\underline{a}}$ mit

$$\nu_a, \quad \nu_{\underline{a}}$$

bezeichnet wird, durch nachstehende Ausdrücke

$$
\begin{matrix}
\underset{\sim}{r_a}, & \underset{\sim}{r_{\underline{a}}} \\
+\nu_a, & +\nu_{\underline{a}} \\
- & +
\end{matrix}
\qquad (83)
$$

angegeben werden. Wegen der in (2) enthaltenen Relationen

$$\frac{dx_1}{dt} = v_1, \; \frac{dx_2}{dt} = v_2, \; \ldots \; \frac{dx_n}{dt} = v_n$$

erhält die Schwingungscurve in jedem dieser Punkte 2 Tangenten, deren Richtungen gleichfalls durch (83) angegeben werden. Wenn v_a gleich 0 ist, fallen die 2 Werthsysteme der Coordinatgeschwindigkeiten, sowie die 2 Tangenten in einander zusammen; wenn hingegen v_a nicht gleich 0 ist, sind die 2 Werth-

systeme der Coordinatgeschwindigkeiten, sowie die 2 Tangenten von einander verschieden.

Da die Zeitzuwächse (21) der Zeit (81) hinzugefügt, Zeiten darstellen, die unter die Zeiten (81) gehören, so bezieht sich der Ausdruck (22) für die Zeit (81) durchgehends auf a-Punkte. Dieser Ausdruck übergeht nun, wenn man statt der Zahl

$$\iota + 2r(\underline{a})$$

die derselben an Wirkung in (22) gleiche

$$\overset{=}{r},$$

darunter jede mit ι gleichgeltende Zahl verstanden, setzt, in

$$x_a = (-1)^{\iota} \cdot a_a \cos \pi \frac{\overset{=}{r}}{(\underline{a})} \cdot \tag{84}$$

Alle verschiedenen, einem bestimmten ι entsprechenden Werthe von x_a in (84) können durch die geraden oder ungeraden Glieder der Reihe

$$0, 1, 2, \ldots (\underline{a}),$$

als Werthe von $\overset{=}{r}$ bestimmt werden, und zwar sind die diesen Gliedern entsprechenden Werthe von x_a sämmtlich von einander verschieden. Von den Gliedern dieser Reihe sind aber, wenn $(\underline{a})$ ungerad ist, $\frac{(\underline{a})+1}{2}$ gerad, und eben soviel ungerad, und wenn $(\underline{a})$ gerad ist, $\frac{(\underline{a})}{2}+1$ gerad, und $\frac{(\underline{a})}{2}$ ungerad. Die Zahl der verschiedenen a-Punkte, welche einem bestimmten Punkte der $\underline{a}$-Schwingungscurve angehören, ist sonach, wenn $(\underline{a})$ ungerad ist,

$$\frac{(\underline{a})+1}{2},$$

und wenn $(\underline{a})$ gerad ist,

$$\frac{(\underline{a})}{2}+1 \text{ oder } \frac{(\underline{a})}{2},$$

je nachdem das genommene Werthsystem der Coordinaten $x_{\underline{a}}$ einem geraden, oder ungeraden ι entspricht.

Da für die Zeit (81) sowohl die Zeitzuwächse (33), als jene (70) der Zeit (81) hinzugefügt, Zeiten darstellen, die unter die Zeiten (81) gehören, so beziehen sich die Ausdrücke (77) für die Zeit (81) gleichfalls durchgehends auf a-Punkte. Diese Ausdrücke übergehen nun, wenn man statt der Zahl

$$\iota + 2r\,(\underline{a})$$

die derselben an Wirkung in (77) gleiche

$$\overline{\overline{r}}$$

setzt, in

$$\begin{aligned} x_b &= a_b \cos\pi\left(\frac{2t_b}{T_b} + \frac{\overline{\overline{r}}(b)_{\underline{a}}}{(a)}\right), \\ &\quad \cdots\cdots\cdots\cdots \\ x_s &= a_s \cos\pi\left(\frac{2t_s}{T_s} + \frac{\overline{\overline{r}}(s)_{\underline{a}}}{(a)}\right). \end{aligned} \tag{85}$$

Alle verschiedenen, einem bestimmten ι entsprechenden Werthsysteme von $x_{\underline{a}}$ in (85) können durch die geraden, oder ungeraden Glieder der Reihe

$$0,\ 1,\ 2, \ldots 2(a) - 1,$$

als Werthe von $\overline{\overline{r}}$ bestimmt werden, und zwar sind die diesen Gliedern entsprechenden Werthsysteme von $x_{\underline{a}}$ sämmtlich von einander verschieden. Von den Gliedern dieser Reihe sind aber (a) gerad, und eben soviel ungerad. Die Zahl der verschiedenen a-Punkte, welche einem bestimmten Punkte der a-Schwingungscurve angehören, ist sonach

$$(a).$$

Die Gleichungen (82) liefern die betrachteten Punkte in der Ordnung, in welcher sie vom schwingenden Punkte passirt werden: die n—1 letzten der (82) in Verbindung mit (84) in Gruppen, die in a-Schwingungscurven, die erste der (82) in Verbindung mit (85) in Gruppen, die in $\underline{a}$-Schwingungscurven liegen.

Da nach jedesmaligem Zuwachse des $\mathfrak{r}$ um $2z = 2\,\underline{(a)}(a)$ dieselben Werthsysteme aller Coordinaten und Coordinatgeschwindigkeiten zurückkehren, die vor demselben bestanden, so ist die Anzahl der $\mathfrak{r}$, die alle verschiedenen Punkte (82) bestimmen können, gleich

$$2\,\underline{(a)}\,(a). \tag{86}$$

Die Punkte (82) theilen wir ein in solche, deren $\mathfrak{r}$ Vielfaches von $\underline{(a)}$ ist, und in solche, deren $\mathfrak{r}$ es nicht ist. Für die Punkte der ersten Art bekommt man aus (82), wenn man statt $\mathfrak{r}$, $\mathfrak{r}\underline{(a)}$, und

$$(a) = z'$$

setzt,

$$\begin{aligned} x_a &= (-1)^{\mathfrak{r}_a + \mathfrak{r}}\, a_a, \\ x_b &= a_b \cos\pi\left(\frac{2t_b}{T_b} + \frac{\mathfrak{r}(b)}{z'}\right), \\ &\cdots\cdots\cdots\cdots \\ x_s &= a_s \cos\pi\left(\frac{2t_s}{T_s} + \frac{\mathfrak{r}(s)}{z'}\right); \end{aligned} \tag{87}$$

und für die Punkte der zweiten Art

$$\begin{aligned} x_a &= (-1)^{\mathfrak{r}_a}\, a_a \cos\pi\,\frac{\mathfrak{r}(a)}{z}, \\ x_b &= a_b \cos\pi\left(\frac{2t_b}{T_b} + \frac{\mathfrak{r}(b)}{z}\right), \qquad \{\underline{(a)}\} \\ &\cdots\cdots\cdots\cdots \\ x_s &= a_s \cos\pi\left(\frac{2t_s}{T_s} + \frac{\mathfrak{r}(s)}{z}\right). \end{aligned} \tag{88}$$

Das Symbol rechts deutet an, dass $\mathfrak{r}$ Nichtvielfaches der in die Symbolklammer gefassten Zahl sein soll.

In jedem der Punkte (87) erhält die Coordinate

$$x_a \tag{89}$$

einen Maximal- oder Minimalwerth, und die Coordinatgeschwindigkeit

$$v_a \tag{90}$$

den Werth 0. Wegen des letzteren Umstandes erhält die Schwingungscurve in jedem dieser Punkte nach (83) nur Eine Tangente, deren Richtung durch

$$\begin{array}{cc} \underset{\sim}{r_a}, & \underset{\sim}{v_{\underline{a}}} \\ 0, & \nu_{\underline{a}} \end{array}$$

angegeben wird, und welche daher zu ihrer Projection auf den Coordinatraum $x_{\underline{a}}$ parallel ist. Der genannten Eigenschaften wegen wollen wir die Punkte (87) a-Gipfel nennen.

In jedem der Punkte (88) erhält die Coordinate (89) nicht einen Maximal- oder Minimalwerth, und die Coordinatgeschwindigkeit (90) nicht den Werth 0. Wegen des letzteren Umstandes erhält die Schwingungscurve in jedem dieser Punkte 2 verschiedene Tangenten, deren Richtungen durch

$$\begin{array}{cc} \underset{\sim}{r_a}; & \underset{\sim}{r_{\underline{a}}} \\ +\nu_a, & +\nu_{\underline{a}} \\ - & + \end{array}$$

angeben werden, und welche daher gegen eine Parallele zu ihrer Projection auf den Coordinatraum $x_{\underline{a}}$ symmetrisch sind. Der genannten Eigenschaften wegen wollen wir die Punkte (88) a-Knoten nennen.

Da die Anzahl der Vielfachen von $(\underline{a})$, welche positiv und kleiner als (86) sind, $2(a)$ ist, und von denselben sich nur Eines auf denselben Punkt bezieht, so ist die Anzahl aller verschiedenen a-Gipfel

$$2(a);$$

und da die Anzahl der Nichtvielfachen von $(\underline{a})$, welche positiv und kleiner als (86) sind, $2(\underline{a})a - 2(a) = 2[(\underline{a}) - 1](a)$ ist, und von denselben sich je zwei auf denselben Punkt beziehen, so ist die Anzahl aller verschiedenen a-Knoten

$$[(\underline{a}) - 1](a).$$

Die Anzahl aller verschiedenen a-Punkte ist daher

$$[(\underline{a}) + 1](a).$$

Die Anzahl aller verschiedenen 1-, 2-, ... n-Gipfel ist

$$2(1) + 2(2) + \ldots + 2(n);$$

die Anzahl aller verschiedenen 1-, 2-, ... n-Knoten

$$[(\underline{1}) - 1](1) + [(\underline{2}) - 1](2) + \ldots + [(\underline{n}) - 1](n),$$

und die Anzahl aller verschiedenen 1-, 2-, ... n-Punkte

$$[(\underline{1}) + 1](1) + [(\underline{2}) + 1](2) + \ldots + [(\underline{n}) + 1](n).$$

Bezieht man die Zeiten der a-, und b-Punkte auf denselben Anfangspunkt, und sucht die Bedingungen der Gleichheit beider Zeiten auf, so findet man als eine der ersten, dass die Anfangsphasen t_a und t_b auf die Werthformen

$$t_a = r_a \frac{T_a}{2}, \quad t_b = r_b \frac{T_b}{2}$$

gebracht werden können, dass somit die Projection der Schwingungscurve auf die Coordinatebene $x_{a,b}$ eine zusammenfallende sei. Ist also die Projection der Schwingungscurve auf keine Coordinatebene zusammenfallend, so sind alle besonderen Punkte derselben von einander verschieden.

§. 6.

Besondere Punkte besonderer Schwingungscurven.

Um die besonderen Punkte der Schwingungscurve kennen zu lernen, deren Projection auf irgend einen Coordinatraum zusammenfallend ist, wollen wir annehmen, dass die Projection der Schwingungscurve auf den Coordinatraum x_{z_m} zusammenfallend ist, ohne dass die Projection derselben auf den Coordinatraum $x_{z_{m'}}$ es ist, unter $z_{m'}$ jede Zeigergruppe verstanden, in welcher jene z_m ganz begriffen ist. Die Zeiger der Schwingungen, welche sich auf diese besondere Projection beziehen, mögen besondere Zeiger genannt, und mit

$$a, b, \ldots i, j, \ldots l$$

bezeichnet werden. Eine beliebige Gruppe dieser Zeiger, k an der Zahl, etwa die Gruppe

$$a, b, \ldots i$$

möge mit

$$z_k,$$

jene der zugehörigen Coordinaten und Coordinatgeschwindigkeiten mit

$$x_{z_k}, \; v_{z_k}$$

bezeichnet werden. Endlich seien

$$t_a = v_a \frac{T_a}{2}, \quad t_b = v_b \frac{T_b}{2}, \; \ldots \; t_l = v_l \frac{T_l}{2}$$

die Anfangsphasen der Schwingungen, welche sich auf die besonderen Zeiger beziehen.

Setzt man den Zeitzuwachs (70), d. i.

$$\Delta t = v_{z_k} T_{z_k} - 2t,$$

welcher x_{z_k} gar nicht, und v_{z_k} nur dem Zeichen nach ändert, dem Zeitzuwachse (27), d. i.

$$\Delta t = v_{z_k} T_{\underline{z_k}},$$

welcher x_{z_k} und v_{z_k} gar nicht ändert, gleich, so erhält man

$$v_{z_k} T_{z_k} - 2t = v_{z_k} T_{z_k}.$$

Man findet hieraus

$$\begin{aligned} t &= \frac{1}{2} \left(v_{z_k} T_{z_k} - v_{\underline{z_k}} T_{\underline{z_k}} \right) = \frac{1}{2} \frac{v_{z_k}(\underline{z_k}) - v_{\underline{z_k}}(z_k)}{(\underline{z_k})(z_k)} T \\ &= \frac{1}{2} \frac{\bar{\tau}_{z_k}}{(\underline{z_k})(z_k)} T = \frac{1}{2} \frac{\tau_{z_k}}{(\underline{z_k})} T_{z_k} = \frac{1}{2} \frac{\bar{\tau}_{z_k}}{(z_k)} T_{z_k}, \end{aligned} \tag{91}$$

$$\begin{aligned} t + \Delta t &= \frac{1}{2} \left(v_{z_k} T_{z_k} + v_{z_k} T_{\underline{z_k}} \right) = \frac{1}{2} \frac{v_{z_k}(\underline{z_k}) + v_{\underline{z_k}}(z_k)}{(\underline{z_k})(z_k)} T \\ &= \frac{1}{2} \frac{\overset{+}{\tau}_{z_k}}{(z_k)(z_k)} T = \frac{1}{2} \frac{\overset{+}{\tau}_{z_k}}{(\underline{z_k})} T_{z_k} = \frac{1}{2} \frac{\overset{+}{\tau}_{z_k}}{(z_k)} T_{z_k}, \end{aligned} \tag{92}$$

wenn

$$r_{z_k}(\underline{z_k}) - r_{z_k}(z_k) = \overset{-}{\tau}_{z_k},$$

$$r_{z_k}(\underline{z_k}) + r_{\underline{z_k}}(z_k) = \overset{+}{\tau}_{z_k}$$

gesetzt wird. In den Zeiten (91) und (92) geht sonach der schwingende Punkt durch denselben Punkt der Schwingungsbahn und mit denselben Coordinatgeschwindigkeiten $r_{\underline{z_k}}$ hindurch, während die Coordinatgeschwindigkeiten r_{z_k} in beiden Zeiten numerisch gleich, aber dem Zeichen nach entgegengesetzt sind. Die diesen Zeiten entsprechenden Punkte der Schwingungscurve wollen wir z_k-**Punkte** nennen. Für die Zeit dieser Punkte haben wir nach (91) und (92), wenn der Kürze wegen

$$(\underline{z_k})(z_k) = z$$

gesetzt wird, allgemein

$$t = \frac{1}{2}\frac{\tau}{z}T. \tag{93}$$

Bezeichnet man den vorletzten der nach der Theorie der Kettenbrüche bestimmten Näherungswerthe des Bruches $\frac{(\underline{z_k})}{(z_k)}$ mit $\frac{\alpha}{\beta}$, und den Stellenzeiger dieses Näherungswerthes mit s, so erhält man für jedes gegebene τ, als $\overset{-}{\tau}_{z_k}$ betrachtet, das zugehörige $\overset{+}{\tau}_{z_k}$, aus der Formel

$$\overset{+}{\tau}_{z_k} = \tau u_{z_k} + 2r(\underline{z_k})(z_k),$$

worin

$$u_{z_k} = 1 + (-1)^s 2\alpha(z_k) = -1 + (-1)^s 2\beta(\underline{z_k})$$

ist. Der Werth von $\overset{+}{\tau}_{z_k}$ lässt ersehen, dass $\overset{+}{\tau}_{z_k}$ von τ um ein Vielfaches oder Nichtvielfaches von $2(\underline{z_k})(z_k)$ verschieden ist, je nachdem τ ein Vielfaches oder Nichtvielfaches von $(\underline{z_k})$ ist, und dass ein schicklicher Werth von r immer bewirken kann, dass $\overset{+}{\tau}_z$ positiv und kleiner als $2(\underline{z_k})(z_k)$ ausfällt.

Aus (93) und (1) erhält man für die betrachteten Punkte

$$
\begin{aligned}
x_a &= (-1)^{\iota_a} a_a \cos \pi \frac{\iota(a)}{z}, \\
&\cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot \\
x_l &= (-1)^{\iota_l} a_l \cos \pi \frac{\iota(l)}{z}, \\
x_p &= a_p \cos \pi \left(\frac{2t_p}{T_p} + \frac{\iota(p)}{z}\right), \\
&\cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot \\
x_s &= a_s \cos \pi \left(\frac{2t_s}{T_s} + \frac{\iota(s)}{z}\right).
\end{aligned}
\tag{94}
$$

Der Charakter dieser Punkte als z_k-Punkte bringt es mit sich, dass für

$$\iota \text{ und } \overset{+}{\iota}_{z_k}$$

die Coordinaten dieselben Werthsysteme, hingegen die Coordinatgeschwindigkeiten 2 Werthsysteme erhalten, welche, wenn das der Zahl ι entsprechende Werthsystem der Coordinatgeschwindigkeiten r_{z_k} und r_{z_k} mit

$$\nu_{z_k}, \quad \nu_{\underset{-}{z_k}}$$

bezeichnet wird, durch nachstehende Ausdrücke

$$
\begin{array}{cc}
\underset{\sim}{r_{z_k}}, & r_{\underset{-}{z_k}} \\
+\nu_{z_k}, & +\nu_{z_k} \\
- & +
\end{array}
\tag{95}
$$

angegeben werden. Es erhält daher auch die Schwingungscurve in jedem dieser Punkte, als z_k-Punkte 2 Tangenten, deren Richtungen gleichfalls durch (95) angegeben werden. Wenn jede der Coordinatgeschwindigkeiten r_{z_k} gleich 0 ist, fallen die 2 Werthsysteme der Coordinatgeschwindigkeiten, so wie die 2 Tangenten in einander zusammen; wenn hingegen nicht jede der Coordinatgeschwindigkeiten v_{z_k} gleich 0 ist, sind die 2 Werthsysteme der Coordinatgeschwindigkeiten, so wie die 2 Tangenten von einander verschieden.

Da die Zeitzuwächse (27) der Zeit (93) hinzugefügt, Zeiten darstellen, die unter die Zeiten (93) gehören, so beziehen sich die Ausdrücke (28) für die Zeit (93) durchgehends auf z_k-Punkte. Diese Ausdrücke übergehen nun, wenn man statt

$$\frac{\iota + 2r(z_k)}{\overline{\overline{r}}}$$

setzt, in

$$\begin{aligned} x_a &= (-1)^{\nu_a} a_a \cos\pi \frac{\overline{\overline{r}}(a)_{sk}}{(\underline{z_k})}, \\ &\quad \ldots\ldots\ldots\ldots \\ x_i &= (-1)^{r_i} a_i \cos\pi \frac{\overline{\overline{r}}(i)_{sk}}{(\underline{z_k})}. \end{aligned} \tag{96}$$

Die Zahl der verschiedenen z_k-Punkte, welche einem bestimmten Punkte der $\bar{z}_k$-Schwingungscurve angehören, ist daher, wenn $(\underline{z_k})$ ungerad ist,

$$\frac{(\underline{z_k}) + 1}{2},$$

und wenn $(\underline{z_k})$ gerad ist,

$$\frac{(\underline{z_k})}{2} + 1 \text{ oder } \frac{(\underline{z_k})}{2},$$

je nachdem das genommene Werthsystem der Coordinaten $x_{\underline{\alpha}}$ einem geraden oder ungeraden ι entspricht.

Da für die Zeit (93) sowohl die Zeitzuwächse (29), als jene (70) der Zeit (93) hinzugefügt, Zeiten darstellen, die unter die Zeiten (93) gehören, so beziehen sich die Ausdrücke (71) für die Zeit (93) gleichfalls durchgehends auf z_k-Punkte. Diese Ausdrücke übergehen nun, wenn man statt

$$\frac{\iota + 2r(\underline{z_k})}{\overline{\overline{r}}}$$

setzt, in

$$
\begin{aligned}
x_j &= (-1)^{\iota_j} a_j \cos\pi \frac{\overline{\overline{r}}(j)_{z_k}}{(z_k)}, \\
&\ldots\ldots\ldots\ldots \\
x_l &= (-1)^{\iota_l} a_l \cos\pi \frac{\overline{\overline{r}}(l)_{z_k}}{(z_k)}, \\
x_p &= a_p \cos\pi\left(\frac{2t_p}{T_p} + \frac{\overline{\overline{r}}(p)_{z_k}}{(z_k)}\right), \\
&\ldots\ldots\ldots\ldots \\
x_s &= a_s \cos\pi\left(\frac{2t_s}{T_s} + \frac{\overline{\overline{r}}(s)_{z_k}}{(z_k)}\right).
\end{aligned}
\tag{97}
$$

Die Zahl der verschiedenen z_k-Punkte, welche einem bestimmten Punkte der z_k-Schwingungscurve angehören, ist daher

$$(z_k).$$

Die Gleichungen (94) liefern die betrachteten Punkte in der Ordnung, in welcher sie vom schwingenden Punkte passirt werden; die $n-k$ letzten der (94) in Verbindung mit (96) in Gruppen, die in z_k-Schwingungscurven, die k ersten in (94) in Verbindung mit (97) in Gruppen, die in z_k-Schwingungscurven liegen.

Die Anzahl der ι, die alle verschiedenen Punkte (94) bestimmen können, ist gleich

$$2\underline{(z_k)}\,(z_k).$$

Die Punkte (94) theilen wir ein in solche, deren ι Vielfaches von $\underline{(z_k)}$ ist, und in solche, deren ι es nicht ist. Für die Punkte der ersten Art bekommt man aus (94), wenn man statt ι, $\iota\underline{(z_k)}$, und

$$
\begin{aligned}
(z_k) &= z' \\
\frac{(a)}{z'} &= (a)' \\
&\ldots\ldots \\
\frac{(i)}{z'} &= (i)'
\end{aligned}
$$

setzt,

$$\left.\begin{aligned}
x_a &= (-1)^{\tau_a + \tau(a)'} a_a, \\
&\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot \\
x_i &= (-1)^{\tau_i + \tau(i)'} a_i, \\
x_j &= (-1)^{\tau_j} a_j \cos\pi \frac{\tau(j)}{z'}, \\
&\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot \\
x_l &= (-1)^{\tau_l} a_l \cos\pi \frac{\tau(l)}{z'}, \\
x_p &= a_p \cos\pi \left(\frac{2t_p}{T_p} + \frac{\tau(p)}{z'}\right), \\
&\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot \\
x_s &= a_s \cos\pi \left(\frac{2t_s}{T_s} + \frac{\tau(s)}{z'}\right),
\end{aligned}\right. \tag{98}$$

und für die Punkte der zweiten Art

$$\left.\begin{aligned}
x_a &= (-1)^{\tau_a} a_a \cos\pi \frac{\tau(a)}{z}, \\
&\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot \\
x_l &= (-1)^{\tau_l} a_l \cos\pi \frac{\tau(l)}{z}, \\
x_p &= a_p \cos\pi \left(\frac{2t_p}{T_p} + \frac{\tau(p)}{z}\right), \\
&\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot \\
x_s &= a_s \cos\pi \left(\frac{2t_s}{T_s} + \frac{\tau(s)}{z}\right).
\end{aligned}\right\}(z_k) \tag{99}$$

In jedem der Punkte (98) erhält jede der Coordinaten

$$x_{z_k} \tag{100}$$

einen Maximal- oder Minimalwerth, und jede der Coordinatgeschwindigkeiten

$$v_{z_k} \tag{101}$$

den Werth 0. Wegen des letzteren Umstandes erhält die Schwingungscurve in jedem dieser Punkte, als z_k-Punkte nach (95) nur Eine Tangente, deren Richtung durch

$$\frac{v_{z_k}}{0}, \quad \frac{v_{z_k}}{\nu_{z_k}}$$

angegeben wird, und welche daher zu ihrer Projection auf den Coordinatraum x_{z_k} parallel ist. Der genannten Eigenschaften wegen wollen wir die Punkte (98) z_k-Gipfel nennen.

In jedem der Punkte (99) erhält nicht jede der Coordinaten (100) einen Maximal- oder Minimalwerth, und nicht jede der Coordinatgeschwindigkeiten (101) den Werth 0. Wegen des letzteren Umstandes erhält die Schwingungscurve in jedem dieser Punkte, als z_k-Punkte 2 verschiedene Tangenten, deren Richtungen durch

$$\begin{array}{cc} \underset{\smile}{r_{z_k}}, & \underset{\smile}{r_{z_k}} \\ +\nu_{z_k}, & +\nu_{z_k} \\ - & + \end{array}$$

angegeben werden, und welche daher gegen eine Parallele zu ihrer Projection auf den Coordinatraum x_{z_k} symmetrisch sind. Der genannten Eigenschaften wegen wollen wir die Punkte (99) z_k-Knoten nennen.

Die Anzahl aller verschiedenen z_k-Gipfel ist

$$2(z_k),$$

jene aller verschiedenen z_k-Knoten

$$\left[(z_k) - 1\right](z_k);$$

die Anzahl aller verschiedenen z_k-Punkte ist daher

$$\left[(z_k) + 1\right](z_k).$$

Die Anzahl aller verschiedenen Arten der besonderen Punkte der Schwingungscurve, welche m besonderen Zeigern entsprechen, ist der Anzahl aller Verbindungen von m Elementen zur ersten Classe, also

$$2^m - 1$$

gleich.

Eine ähnliche Betrachtung, wie die zu Ende des vorhergehenden §. angedeutete, lässt ersehen, dass die besonderen Punkte, welche den besonderen Zeigern z_m entsprechen, von anderen besonderen Punkten verschieden sind; dagegen finden sich die

ersteren besonderen Punkte selbst mannigfaltig in denselben Punkten vor, so, dass **mehrfache** besondere Punkte entstehen, deren Gesetze wir nun entwickeln wollen.

Für die Zeit der z_{k_1}-, z_{k_2}-, ... z_{k_h}-Punkte, unter

$$z_{k_1} | z_{k_2} | \dots | z_{k_h} \tag{102}$$

eine beliebige Verbindung der m besonderen Zeiger zur h^{ten} Classe verstanden, hat man nach (93)

$$t = \frac{1}{2} \frac{\mathfrak{t}_1}{(\underline{z_{k_1}})(z_k)} T,\ t = \frac{1}{2} \frac{\mathfrak{t}_2}{(\underline{z_{k_2}})(z_{k_2})} T,\ \dots t = \frac{1}{2} \frac{\mathfrak{t}_h}{(\underline{z_{k_h}})(z_{k_h})} T. \tag{103}$$

Die allgemeine Bedingung, unter welcher die Zeiten (103) einander gleich werden, ist

$$\frac{\mathfrak{t}_1}{(\underline{z_{k_1}})(z_{k_1})} = \frac{\mathfrak{t}_2}{(\underline{z_{k_2}})(z_{k_2})} = \dots = \frac{\mathfrak{t}_h}{(\underline{z_{k_h}})(z_{k_h})} = \frac{\mathfrak{t}}{z},$$

wo der Kürze wegen

$$(\underline{z_{k_1}})(z_{k_2}) \dots (\underline{z_{k_h}})(z_k) = z \tag{104}$$

gesetzt worden ist, unter z_k eine Zeigergruppe verstanden, die aus der Vereinigung aller Zeigergruppen (102) in Eine hervorgeht. Man findet hieraus

$$\mathfrak{t}_1 = \frac{(\underline{z_{k_1}})(z_{k_1})}{z} \mathfrak{t},\ \mathfrak{t}_2 = \frac{(\underline{z_{k_2}})(z_{k_2})}{z} \mathfrak{t},\ \dots \mathfrak{t}_h = \frac{(\underline{z_{k_h}})(z_{k})}{z} \mathfrak{t},$$

welche Werthe jede der Zeiten (103) in

$$t = \frac{1}{2} \frac{\mathfrak{t}}{z} T \tag{105}$$

verwandeln. Zur Zeit (105) werden nicht nur

$$z_{k_1}\text{-},\ z_{k_2}\text{-},\ \dots z_{k_h}\text{-} \tag{106}$$

Punkte, sondern auch

$$\begin{array}{l} z_{k_1+k_2}\text{-},\ z_{k_1+k_3}\text{-},\ \dots\ z_{k_{h-1}+k_h}\text{-} \\ z_{k_1+k_2+k_3}\text{-},\ \dots\dots \\ \dots\dots\dots\dots \\ z_{k_1+k_2+\dots+k_h}\text{-} \end{array} \tag{107}$$

Punkte bestehen, da die allgemeine Bedingung, unter welcher die Zeit (105) den Zeiten dieser Punkte gleich wird, gleichfalls zur Zeit (105) führt.

Würden wir anstatt von den Verbindungselementen (102), von beliebigen andern Combinationen besonderer Zeiger ausgehen, so würden wir gleichfalls zu einer Zeit von der Form (105), in welcher das zugehörige z auf eine aus (104) und (102) ersichtliche Weise auf diejenigen Verbindungselemente einer Verbindung besonderer Zeiger hinweiset, aus denen jene Combinationen bestehen, als Zeit derjenigen besonderen Punkte, welche durch diese Combinationen bezeichnet sind, gelangen, und finden, dass zu dieser Zeit nicht nur die genannten Punkte, sondern auch diejenigen bestehen, welche durch diese Verbindungselemente, so wie auch durch die übrigen Combinationen derselben bezeichnet sind. Die Zeit (105) stellt sonach die Zeit der mehrfachen besonderen Punkte allgemein dar.

Soll aber, unter $z_{k'}$ eine beliebige Combination der in z_k nicht befindlichen besonderen Zeiger verstanden, die Zeit (105) der Zeit der $z_{k'}$-Punkte nicht gleich sein, so muss τ Nichtvielfaches von

$$\frac{(z_k)}{(z_{k'})\,(z_{k+k'})} \qquad (108)$$

und soll, unter z_{k_e} ein beliebiges der Verbindungselemente (102), und unter $z_{k_{e'}}$ eine beliebige andere Combination der in z_{k_e} befindlichen Zeiger verstanden, die Zeit (105) der Zeit der $z_{k_{e'}}$-Punkte nicht gleich sein, so muss τ Nichtvielfaches von

$$\frac{(z_{k_e})}{(z_{k_{e'}})\,(z_{k_e - k_{e'}})} \qquad (109)$$

sein. Unter den durch (108) und (109) angegebenen Bedingungen werden zur Zeit (105) nicht nur keine

$$z_{k'}\text{- und } z_{k_{e'}}\text{-} \qquad (110)$$

Punkte, sondern auch keine derartigen bestehen, die durch beliebige Combinationen der durch (110) vorgestellten Zeigergruppen bezeichnet sind, da die allgemeine Bedingung, unter welcher

die Zeit (105) den Zeiten dieser Punkte nicht gleich ist, eine nothwendige Folge der Bedingungen (108) und (109) ist.

Besteht z_k aus m Zeigern, so fällt die Bedingung (108), und besteht z_{k_e} aus Einem Zeiger, jene (109) hinweg.

Die der Zeit (105) unter den Bedingungen (108) und (109) entsprechenden Punkte der Schwingungscurve vereinigen sonach den Charakter der Punkte (106), sowie jenen der Punkte (107), oder, wie wir uns kurz ausdrücken wollen, den Charakter der aus den Punkten (102) combinirten Punkte in sich, ohne dass denselben der Charakter anderer besonderen Punkte innewohnt. Wir wollen sie kurz z_{k_1}-, z_{k_2}-, ... z_{k_h}-Punkte nennen.

Aus (105) und (1) erhält man für die betrachteten Punkte

$$
\left.\begin{aligned}
x_a &= (-1)^{\iota_a} a_a \cos \pi \frac{\iota(a)}{z}, \\
&\ldots\ldots\ldots\ldots \\
x_l &= (-1)^{\iota_l} a_l \cos \pi \frac{\iota(l)}{z}, \\
x_p &= a_p \cos \pi \left(\frac{2t_p}{T_p} + \frac{\iota(p)}{z}\right), \\
&\ldots\ldots\ldots\ldots \\
x_s &= a_s \cos \pi \left(\frac{2t_s}{T_s} + \frac{\iota(s)}{z}\right),
\end{aligned}\right.
\qquad
\begin{aligned}
&\left\backslash \frac{(z_k)}{(z_{k'})(z_{k+k'})} \right/ \\
&\left/ \frac{(z_{k_e})}{(z_{k_e'})(z_{k_e-k_e'})} \right\backslash
\end{aligned}
\qquad (111)
$$

Das Symbol rechts deutet auf die Bedingungen (108) und (109) hin.

Der Charakterencomplex dieser Punkte bringt es mit sich, dass für

$$\iota,\ \overset{+}{\iota}_{z k_1},\ \overset{+}{\iota}_{z k_2}, \ldots \overset{+}{\iota}_{z k_h},\ \overset{+}{\iota}_{z k_1+k_2}, \ldots \overset{+}{\iota}_{z k_1+k_2+\cdots+k_h}$$

die Coordinaten dieselben Werthsysteme, hingegen die Coordinatgeschwindigkeiten 2^h Werthsysteme erhalten, welche, wenn das der Zahl ι entsprechende Werthsystem der Coordinatgeschwindigkeiten $v_{z k_1}, v_{z k_2}, \ldots v_{z k_h}, v_{\underline{z k}}$ mit

$$\nu_{z k_1},\ \nu_{z k_2}, \ldots \nu_{z k_h},\ \nu_{\underline{z k}}$$

bezeichnet wird, durch nachstehende Ausdrücke

r_{zk_1},	r_{zk_2},	r_{zk_3},	…	$r_{zk_{h-1}}$,	r_{zk_h},	r_{zk}	
$+\nu_{zk_1}$,	$+\nu_{zk_2}$,	$+\nu_{zk_3}$,	…	$+\nu_{zk_{h-1}}$,	$+\nu_{zk_h}$,	$+\nu_{zk}$	
$-$	$+$	$+$	…	$+$	$+$	$+$	
$+$	$-$	$+$	…	$+$	$+$	$+$	
.	.	.	….	.	.	.	
$+$	$+$	$+$	…	$+$	$-$	$+$	(112)
$-$	$-$	$+$	…	$+$	$+$	$+$	
.	.	.	….	.	.	.	
$-$	$-$	$-$	…	$-$	$-$	$+$	

angegeben werden. Es erhält daher auch die Schwingungscurve in jedem dieser Punkte 2^h Tangenten, deren Richtungen gleichfalls durch (112) angegeben werden. Wenn in g der Gruppen

$$r_{zk_1},\ r_{zk_2},\ \ldots\ r_{zk_h} \tag{113}$$

jede Coordinatgeschwindigkeit gleich 0 ist, fallen je 2^g Werthsysteme der Coordinatgeschwindigkeiten, sowie je 2^g Tangenten in einander zusammen; wenn hingegen in jeder der Gruppen (113) nicht jede Coordinatgeschwindigkeit gleich 0 ist, sind die 2^h Werthsysteme der Coordinatgeschwindigkeiten, sowie die 2^h Tangenten von einander verschieden.

Von den Gliedern der Zahlenreihe

$$0,\ 1,\ 2,\ \ldots\ 2z-1, \tag{114}$$

welche als Werthe von ι alle verschiedenen Punkte (111) bestimmen können, sind zufolge der Bedingungen (108) und (109) diejenigen auszuschliessen, welche Vielfache irgend einer der Zahlen sind, die durch die in der Symbolklammer stehenden Ausdrücke vorgestellt sind. Die Zahl der übrigbleibenden ergibt sich aus nachstehender, in das Bereich der Arithmetik gehörenden Bemerkung

Es sei

$$z \tag{115}$$

eine ganze Zahl,

$$c_1',\ c_1'' \ldots \tag{116}$$

Factoren von (115), von denen keiner Vielfaches eines andern ist, und denen überdies eine sogleich anzugebende Beschaf-

fenheit zukommt. Man ordne alle von einander verschiedenen kleinsten gemeinschaftlichen Vielfachen einer, zweier, ... der Zahlen (116) so in Gruppen an, dass von den Zahlen einer jeden, der $h$ten Gruppe keine Vielfaches einer andern, aber jede kleinstes gemeinschaftliche Vielfache mehrerer Zahlen der $(h-1)$ten, also auch der $(h-2)$ten ... der ersten ist. Es seien

$$\begin{array}{l} r'_1,\ r''_1\ \ldots \\ r'_2,\ r''_2\ \ldots \\ \ldots\ldots \\ r_p \end{array}$$

der Reihe nach kleinste gemeinschaftliche Vielfache der 1ten, 2ten, ... $p$ten Gruppe, und es seien die Zahlen (116) so beschaffen, dass jede Zahl der $h$ten Gruppe kleinstes gemeinschaftliche Vielfache von nur $c_{h,h-1}$ Zahlen der $(h-1)$ten, ... von nur $c_{h,2}$ Zahlen der zweiten, und von nur $c_{h,1}$ Zahlen der ersten Gruppe ist. Setzt man

$$\begin{array}{l} \frac{z}{v'_1}+\frac{z}{v''_1}+\ldots=z_1, \\ \frac{z}{v'_2}+\frac{z}{v''_2}+\ldots=z_2, \\ \ldots\ldots \\ \frac{z}{v_p}\qquad\qquad\quad=z_p; \end{array}$$

ferner

$$\begin{array}{l} f_1=1 \\ f_2\ =c_{2,1}f_1\quad 1 \\ f_3=c_{3,2}f_2-c_{3,1}f_1+1 \\ \ldots\ldots \\ f_p=c_{p,p-1}f_{p-1}-c_{p,p-2}f_{p-2}+\ldots+(-1)^{p-2}c_{p,1}f_1+(-1)^{p-1} \end{array}$$

so ist die Zahl derjenigen Glieder der Reihe

$$0,\ 1,\ 2,\ \ldots z-1,$$

welche durch keine der Zahlen (116) theilbar sind, gleich

$$z-f_1z_1+f_2z_2-\ldots+(-1)^pf_pz_p.$$

Wendet man diese Bemerkung auf die Zahl $2z$ in (107) und diejenigen an, welche durch die daselbst in der Symbolklammer stehenden vorgestellt sind, indem man sich das im zweiten Theile der Einleitung Gesagte in Erinnerung bringt, so findet man, wenn man

$$\Sigma\,(z_{k'_1})(z_{k'_2})\,\ldots\,(\underline{z_{k'_{h'}}})(z_{k+k'}) = (z_k)_{h'}, \tag{117}$$

wo

$$z_{k'_1},\, z_{k'_2}\,\ldots\, z_{k'_{h'}} \tag{118}$$

eine beliebige Verbindung der in

$$z_{m-k}$$

vorkommenden Zeiger zur h'ten Classe, und

$$z_{k'}$$

eine Zeigergruppe ist, die aus der Vereinigung der Zeigergruppen (118) in Eine hervorgeht, und

$$\Sigma\,(-1)^{h'}\,h'!\,(z_k)_{h'} = \{(z_k)\}, \tag{119}$$

wo das Summenzeichen sich auf h', und zwar zwischen den Grenzen 0 und $m-k$ bezieht; ferner

$$\Sigma\,(\underline{z_{k_e'_1}})(\underline{z_{k_e'_2}})\,\ldots\,(\underline{z_{k_e'_{h'}}})(\underline{z_{k_e - k_e'}}) = (z_{k_e})_{h'}, \tag{120}$$

wo

$$z_{k_e'_1},\, z_{k_e'_2}\,\ldots\, z_{k_e'_{h'}} \tag{121}$$

eine beliebige Verbindung der in

$$z_{k_e}$$

vorkommenden Zeiger zur h'ten Classe, und

$$z_{k_e'}$$

eine Zeigergruppe ist, die aus der Vereinigung der Zeigergruppen (121) in Eine hervorgeht, und

$$\Sigma\,(-1)^{h'}\,h'!\,(z_{k_e}) = \{(\underline{z_{k_e}})\} \tag{122}$$

wo das Summenzeichen sich auf h' und zwar zwischen den

Grenzen 0 und $k_r - 1$ bezieht, setzt, dass die in Frage stehende Anzahl der Glieder der Reihe (114) gleich

$$2\,\{(\underline{z_{k_1}})\}\,\{(\underline{z_{k_2}})\}\cdots\{(\underline{z_{k_h}})\}\,\{(z_k)\} \tag{123}$$

ist.

Besteht z_k aus m Zeigern, so erhalten wir aus (117) und (119)

$$\{(z_m)\} = (z_m);$$

und besteht z_{k_r} aus Einem Zeiger, ist etwa

$$z_{k_r} = a,$$

so erhalten wir aus (120) und (122)

$$\{(\underline{a})\} = (\underline{a}).$$

Zum Behufe der Eintheilung der Punkte (111) unterscheiden wir die zwei Fälle:

1. dass einige Verbindungselemente der Verbindung

$$z_{k_1} \mid z_{k_2} \mid \ldots \mid z_{k_h} \tag{124}$$

blos aus Einem Zeiger bestehen, und

2. dass keines dieser Verbindungselemente blos aus Einem Zeiger besteht.

Bestehen einige Verbindungselemente (124) blos aus Einem Zeiger, ist etwa

$$z_{k_1} = a,\ z_{k_2} = b,\ \ldots\ z_{k_g} = f, \tag{125}$$

also

$$z = (\underline{a})(\underline{b})\cdots(\underline{f})(\underline{z_{k_{g+1}}})\cdots(\underline{z_{k_h}})(z_k),$$

so theilen wir die Punkte (111) zunächst in solche ein, deren $\mathfrak{r}$ Vielfaches einer jeden der Zahlen

$$(\underline{a}),\ (\underline{b}),\ \ldots\ (\underline{f}) \tag{126}$$

ist, und in solche, deren $\mathfrak{r}$ es nicht ist, eine Eintheilung, welcher die Bedingungen (108) und (109) nicht im Wege stehen.

Für die Punkte der ersten Art bekommt man aus (111), wenn man statt τ

$$\tau\underline{(a)}\,\underline{(b)}\cdots\underline{(f)}, \tag{127}$$

wo die Verpflichtung, den Bedingungen (108) und (109) Genüge zu thun, nun das τ in (127) übernimmt, ferner

$$\begin{gathered}
\underline{\left(z_{k_{g+1}}\right)}\cdots\underline{\left(z_{k_h}\right)}\,(z_k)=z^{[g]},\\
\frac{(a)}{z^{[g]}}=(a)^{[g]},\\
\cdot\;\;\cdot\;\;\cdot\;\;\cdot\;\;\cdot\\
\frac{(f)}{z^{[g]}}=(f)^{[g]}
\end{gathered}$$

setzt,

$$\left.\begin{aligned}
x_a&=(-1)^{\tau_a+\tau(a)^{[g]}}\,a_a,\\
&\cdot\;\;\cdot\;\;\cdot\;\;\cdot\;\;\cdot\;\;\cdot\;\;\cdot\;\;\cdot\;\;\cdot\\
x_f&=(-1)^{\tau_f+\tau(f)^{[g]}}a_f\\
&\cdot\;\;\cdot\;\;\cdot\;\;\cdot\;\;\cdot\;\;\cdot\;\;\cdot\;\;\cdot\\
x_l&=(-1)^{v_l}\,a_l\cos\pi\,\frac{\tau(l)}{z^{[g]}},\\
x_p&=a_p\cos\pi\left(\frac{2t_p}{T_p}+\frac{\tau(p)}{z^{[g]}}\right),\\
&\cdot\;\;\cdot\;\;\cdot\;\;\cdot\;\;\cdot\;\;\cdot\;\;\cdot\;\;\cdot\;\;\cdot\;\;\cdot\\
x_s&=a_s\cos\pi\left(\frac{2t_s}{T_s}+\frac{\tau(s)}{z^{[g]}}\right).
\end{aligned}\right.
\qquad
\left\{\begin{gathered}
\frac{(z_{\ k})}{\underline{(z_{k'})}\,\underline{(z_{k+k'})}}\\
\frac{\underline{(z_{k_c})}}{\underline{(z_{k_c'})}\,\underline{(z_{k_c-k_c'})}}
\end{gathered}\right\}
\tag{128}$$

In jedem dieser Punkte erhält jede der Coordinaten

$$x_a,\ x_b,\ \ldots\ x_f$$

einen Maximal- oder Minimalwerth, und jede der Coordinatgeschwindigkeiten

$$v_a,\ v_b,\ \ldots\ v_f$$

den Werth 0. Wegen des letzteren Umstandes erhält die Schwingungscurve in jedem dieser Punkte nach (112) nur 2^{h-g} verschiedene Tangenten, deren Richtungen durch

$$\begin{array}{cccccccc}
\underset{\sim}{v_a}, & \underset{\sim}{v_b}, & \ldots & \underset{\sim}{v_f}, & \underset{\sim}{v_{zk_{g+1}}}, & \underset{\sim}{v_{zk_{g+2}}}, & \ldots & \underset{\sim}{v_{zk_h}}, \; \underline{v_{z_k}} \\
0 & 0 & \ldots & 0 & +\nu_{zk_{g+1}}, & +\nu_{zk_{g+2}}, & \ldots & +\nu_{zk_h}, \; +\underline{\nu_{z_k}} \\
0 & 0 & \ldots & 0 & - & + & \ldots & + \quad + \\
0 & 0 & \ldots & 0 & + & - & \ldots & + \quad + \\
\cdot & \cdot & \cdots & \cdot & \cdot & \cdot & \cdots & \cdot \quad \cdot \\
0 & \cdot & \ldots & 0 & + & + & \ldots & - \quad + \\
0 & 0 & \ldots & 0 & - & \cdot & \ldots & + \quad + \\
\cdot & \cdot & \cdots & \cdot & \cdot & \cdot & \cdots & \cdot \quad \cdot \\
0 & 0 & \ldots & 0 & - & - & \ldots & - \quad +
\end{array}$$

angegeben werden, von welchen daher eine jede zu ihrer Projection auf den Coordinatraum

$$x_{\underline{a,b\ldots f}}$$

parallel ist, und je zwei gegen eine Parallele zu ihrer Projection auf den zugehörigen der Coordinaträume

$$x_{z\underline{k_{g+1}}}, \; x_{z\underline{k_{g+2}}}, \; \ldots \; x_{z\underline{k_h}}, \tag{129}$$

sowie auch der Coordinaträume

$$x_{z\underline{k_{g+1}+k_{g+2}}}, \; \ldots \; x_{z\underline{k_{h-1}+k_h}}$$

$$x_{z\underline{k_{g+1}+k_{g+2}+k_{g+3}}}, \; \cdot \; \cdot \; \cdot \; \cdot$$

$$\cdot \;\; \cdot \;\; \cdot \;\; \cdot \;\; \cdot \;\; \cdot \;\; \cdot \;\; \cdot \;\; \cdot \;\; \cdot \;\; \cdot$$

$$x_{z\underline{k_{g+1}+k_{g+2}+\ldots+k_h}},$$

oder, wie wir uns kurz ausdrücken wollen, der aus den Coordinaträumen (129) combinirten Coordinaträume symmetrisch sind. Die betrachteten Punkte vereinigen also den Charakter der a-, b-, ... f-Gipfel, der $z_{k_{g+1}}$-, $z_{k_{g+2}}$-, ... z_{k_h}-Knoten, sowie der daraus combinirten Punkte in sich. Da sich in denselben 2^{h-g} verschiedene Äste der Schwingungscurve schneiden, so sind sie 2^{h-g}-fache Punkte. Für die Anzahl aller verschiedenen dieser Punkte erhält man aus (123)

$$2^{-(h-g-1)} \{(\underline{z_{k_{g+1}}})\} \{(\underline{z_{k_{g+2}}})\} \cdots \{(\underline{z_{k_h}})\} \{(z_k)\}. \tag{130}$$

Wenn $g = h$, also auch $h = k$ ist, so erhält in jedem der Punkte (128) jede der Coordinaten

$$x_a,\ x_b,\ \ldots\ x_i$$

einen Maximal- oder Minimalwerth, und die Schwingungscurve nur Eine Tangente, deren Richtung durch

$$\begin{array}{l} \underset{\sim}{v_a},\ \underset{\sim}{v_b},\ \ldots\ \underset{\sim}{v_i},\ \underset{\sim}{v_{\underline{3k}}} \\ 0,\ 0,\ \ldots\ 0,\ \nu_{\underline{3k}} \end{array}$$

angegeben wird, und welche daher zu ihrer Projection auf den Coordinatraum

$$x_{3k}$$

parallel ist. Die betrachteten Punkte vereinigen also den Charakter der a-, b-, ... i-Gipfel, sowie der daraus combinirten Punkte in sich. Für die Anzahl aller verschiedenen dieser Punkte erhalten wir aus (130)

$$2\,\{(z_k)\} \tag{131}$$

Die Punkte (111), deren ι nicht Vielfaches einer jeden der Zahlen (126) ist, theilen wir weiter ein in solche, deren ι Vielfaches einer jeden von $g-1$ der Zahlen (126), etwa der Zahlen

$$(\underline{a}),\ (\underline{b}),\ \ldots,\ (e)$$

ist, und in solche, deren ι es nicht ist.

Für die Punkte der ersten Art bekommt man aus (111), wenn man statt ι, $\iota(\underline{a})(\underline{b})\ldots(\underline{e})$, ferner

$$\begin{array}{c} (\underline{f})\,(z_{k_{\underline{g+1}}})\ldots(z_{\underline{k_h}})\,(z_k) = z^{[g-1]}, \\ \dfrac{(\underline{a})}{z^{[g-1]}} = (a)^{[g-1]}, \\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot \\ \dfrac{(\underline{e})}{z^{[g-1]}} = (e)^{[g-1]} \end{array}$$

setzt,

$$
\begin{aligned}
x_a &= (-1)^{\tau_a + \tau(a)^{[g-1]}} a_a, \\
&\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot \\
x_e &= (-1)^{\tau_e + \tau(e)^{[g-1]}} a_e, \\
x_f &= (-1)^{\tau_f} a_f \cos \pi \frac{\tau(f)}{z^{[g-1]}}, \\
&\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot \\
x_l &= (-1)^{\tau_l} a_l \cos \pi \frac{\tau(l)}{z^{[g-1]}}, \\
x_p &= a_p \cos \pi \left(\frac{2t_p}{T_p} + \frac{\tau(p)}{z^{[g-1]}} \right), \\
&\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot \\
x_s &= a_s \cos \pi \left(\frac{2t_s}{T_s} + \frac{\tau(s)}{z^{[g-1]}} \right).
\end{aligned}
\qquad
\left(\begin{matrix} \dfrac{(z_k)}{(\underline{z_{k'}})(z_{k+k'})} \\ \dfrac{(\underline{z_{k_e}})}{(\underline{z_{k_e'}})(\underline{z_{k_e-k_e'}})} \\ (\underline{f}) \end{matrix} \right)
$$

Eine der soeben angestellten ähnliche Analyse lässt ersehen, dass in jedem dieser Punkte jede der Coordinaten

$$x_a,\ x_b,\ \dots x_e$$

einen Maximal- oder Minimalwerth, und die Schwingungscurve 2^{h-g+1} verschiedene Tangenten erhält, von welchen eine jede zu ihrer Projection auf den Coordinatraum

$$x_{\underline{a,b,\dots e}}$$

parallel ist, und je zwei gegen eine Parallele zu ihrer Projection auf den zugehörigen der Coordinaträume

$$x_{\underline{f}},\ x_{\underline{z_{k_{g+1}}}},\ \dots x_{\underline{z_{k_h}}},$$

sowie der daraus combinirten Coordinaträume symmetrisch sind. Die betrachteten Punkte vereinigen also den Charakter der a-, b-, ... e-Gipfel, der f-, $z_{k_{g+1}}$-, ... z_{k_h}-Knoten, sowie der daraus combinirten Punkte in sich. Sie sind 2^{h-g+1}-fache Punkte. Für die Anzahl aller verschiedenen dieser Punkte erhalten wir aus (123)

$$2^{-(h-g)}[(\underline{f})-1]\{(\underline{z_{k_{g+1}}})\}\cdots\{(\underline{z_{k_h}})\}\{(z_k)\}. \tag{132}$$

Wir unterbrechen hier die Reihe analoger Eintheilungen, und betrachten nur noch das Endglied derselben.

Die Punkte (111), deren $\mathfrak{r}$ Nichtvielfaches jeder von $g-1$ der Zahlen (125), etwa der Zahlen

$$(\underline{b}), \cdots (\underline{f})$$

ist, theilen wir ein in solche, deren $\mathfrak{r}$ Vielfaches von

$$(\underline{a})$$

ist, und in solche, deren $\mathfrak{r}$ es nicht ist. Für die Punkte der ersten Art bekommt man aus (111), wenn man statt $\mathfrak{r}$, $\mathfrak{r}\,(\underline{a})$, ferner

$$(\underline{b})(\underline{c})\cdots(\underline{f})(\underline{z_{k_{g+1}}})\cdots(\underline{z_{k_h}})(z_k) = z'$$
$$\frac{(\underline{a})}{z'} = (a)'$$

setzt,

$$\left.\begin{aligned}
x_a &= (-1)^{\mathfrak{r}_a + \mathfrak{r}(a)'} a_a, \\
x_b &= (-1)^{\mathfrak{r}_b} a_b \cos\pi \frac{\mathfrak{r}(b)}{z'}, \\
&\cdots\cdots\cdots\cdots \\
x_l &= (-1)^{\mathfrak{r}_l} a_l \cos\pi \frac{\mathfrak{r}(l)}{z'}, \\
x_p &= a_p \cos\pi\left(\frac{2t_p}{T_p} + \frac{\mathfrak{r}(p)}{z'}\right), \\
&\cdots\cdots\cdots\cdots \\
x_s &= a_s \cos\pi\left(\frac{2t_s}{T_s} + \frac{\mathfrak{r}(s)}{z'}\right).
\end{aligned}\right.
\quad
\left(\begin{array}{c}
\dfrac{(z_k)}{(\underline{z_{k'}})(z_{k+k'})} \\
\dfrac{(\underline{z_{k_e}})}{(\underline{z_{k_{e'}}})(\underline{z_{k_e - k_e'}})} \\
(\underline{b}) \\
\vdots \\
(\underline{f})
\end{array}\right).$$

In jedem dieser Punkte erhält nur die Coordinate

$$x_a$$

einen Maximal- oder Minimalwerth, und die Schwingungscurve 2^{h-1} verschiedene Tangenten, von welchen eine jede zu ihrer Projection auf den Coordinatraum

$$x_{\underline{a}}$$

parallel ist, und je zwei gegen eine Parallele zu ihrer Projection auf den zugehörigen der Coordinaträume

$$x_{\underline{b}}, \ldots x_{\underline{f}}, x_{\underline{z_{k_{g+1}}}}, \ldots x_{z_{k_h}},$$

sowie der daraus combinirten Coordinaträume symmetrisch sind. Die betrachteten Punkte vereinigen also den Charakter der a-Gipfel, der b-, ... f-, z_{k_g+1}- ... z_{k_h}-Knoten, sowie der daraus combinirten Punkte in sich. Sie sind 2^{h-1}-fache Punkte. Die Anzahl aller verschiedenen dieser Punkte ist

$$2^{-(h-1)}[(\underline{b})-1]\dots[(\underline{f})-1]\{(\underline{z_{k_g+1}})\}\dots\{(\underline{z_{k_h}})\}\{(z_k)\}. \quad (133)$$

Für die Punkte (111) endlich, deren ι Nichtvielfaches einer jeden der Zahlen (126) ist, bekommt man aus (111)

$$\begin{aligned} x_a &= (-1)^{\iota_a} a_a \cos\pi \frac{\iota(a)}{z}, \\ &\dots\dots\dots\dots \\ x_l &= (-1)^{\iota_l} a_l \cos\pi \frac{\iota(l)}{z}, \\ x_p &= a_p \cos\pi\left(\frac{2t_p}{T_p}+\frac{\iota(p)}{z}\right), \\ &\dots\dots\dots\dots \\ x_s &= a_s \cos\pi\left(\frac{2t_s}{T_s}+\frac{\iota(s)}{z}\right). \end{aligned} \qquad \left(\begin{matrix} \dfrac{(z_k)}{(\underline{z_{k'}})(z_{k+k'})} \\ \dfrac{(\underline{z_{k_e}})}{(z_{k_e'})(\underline{z_{k_e-k_e'}})} \\ (\underline{a}) \\ \vdots \\ (\underline{f}) \end{matrix}\right)$$

In jedem dieser Punkte erhält keine Coordinate einen Maximal- oder Minimalwerth, und die Schwingungscurve 2^h verschiedene Tangenten, von denen je zwei gegen eine Parallele zu ihrer Projection auf den zugehörigen der Coordinaträume

$$x_{\underline{a}}, \dots x_{\underline{f}}, x_{\underline{z_{k_g+1}}}, \dots x_{\underline{z_{k_h}}},$$

sowie der daraus combinirten Coordinaträume symmetrisch sind. Die betrachteten Punkte vereinigen also den Charakter der a-, ... f-, z_{k_g+1}-, ... z_{k_h}-Knoten, sowie der daraus combinirten Punkte in sich. Sie sind 2^h-fache Punkte. Die Anzahl aller verschiedenen dieser Punkte ist

$$2^{-(h-1)}[(\underline{a})]-1]\dots[(\underline{f})-1]\{(\underline{z_{k_g+1}})\}\dots\{(\underline{z_{k_h}})\}\{(z_k)\}. \quad (134)$$

Für die Anzahl aller verschiedenen Punkte (111), für welche die Relationen (125) bestehen, erhält man aus (130), 132), ... (133) und (134), wenn die Summe der Zahlen

$$(\underline{a})-1, (\underline{b})-1, \dots (\underline{f})-1$$

mit s_1, die Summe der Producte aus je zweien derselben mit s_2, ... die Summe der Producte aus je $g-1$ derselben mit $s_{\underline{1}}$, endlich das Product aller derselben mit $s_{\underline{0}}$ bezeichnet wird

$$2^{-(h-1)}[2^g + 2^{g-1}s_1 + 2^{g-2}s_2 + \ldots + 2s_{\underline{1}} + s_{\underline{0}}]\{(z_{\underline{k_{g+1}}})\}\cdots\{(z_{\underline{k_h}})\}\{(z_k)\}$$
$$= 2^{-(h-1)}[(\underline{a})+1][(\underline{b})+1]\ldots[(\underline{f})+1]\{(z_{\underline{k_{g+1}}})\}\ldots\{(z_{\underline{k_h}})\}\{(z_k)\}.$$

Besteht jedes der Verbindungselemente (124) aus mehr als Einem Zeiger, so erhält immer in jedem der Punkte (111) keine Coordinate einen Maximal- oder Minimalwerth, und die Schwingungscurve 2^h verschiedene Tangenten, von welchen je zwei gegen eine Parallele zu ihrer Projection auf den zugehörigen der Coordinaträume

$$X_{\underline{z_{k_1}}},\ X_{\underline{z_{k_2}}},\ \ldots\ X_{\underline{z_{k_h}}},$$

so wie der daraus combinirten Coordinaträume symmetrisch sind. Die betrachteten Punkte sind sonach immer lauter Knoten, und zwar vereinigen sie den Charakter der z_{k_1}-, z_{k_2}-, ... z_{k_h}-Knoten, so wie der daraus combinirten Punkte in sich. Sie sind immer 2^h-fache Punkte. Die Anzahl aller verschiedenen dieser Punkte ist

$$2^{-(h-1)}\{(\underline{z_{k_1}})\}\{(\underline{z_{k_2}})\}\ldots\{(\underline{z_{k_h}})\}\{(z_k)\}.$$

Sieht man einen z_g-Gipfelpunkt, als solchen, als einen 2^g-fachen Punkt an, so sind überhaupt alle Punkte (111) 2^h-fache Punkte.

Nachdem wir die allgemeine Theorie der mehrfachen Punkte der Schwingungscurven gegeben haben, wollen wir die in derselben enthaltenen speciellen Fälle betrachten.

Ist $h=1$, also

$$z = (\underline{z_{k_1}})(z_k),$$

so sind die Punkte (111) 2-fache Punkte. Die Formeln (111) übergehen in

$$\left.\begin{aligned}
x_a &= (-1)^{\mathfrak{t}_a} a_a \cos\pi\frac{\mathfrak{t}(a)}{z}, \\
&\ldots\ldots\ldots\ldots \\
x_l &= (-1)^{\mathfrak{t}_l} a_l \cos\pi\frac{\mathfrak{t}(l)}{z}, \\
x_p &= a_p \cos\pi\left(\frac{2t_p}{T_p}+\frac{\mathfrak{t}(p)}{z}\right), \\
&\ldots\ldots\ldots\ldots \\
x_s &= a_s \cos\pi\left(\frac{2t_s}{T_s}+\frac{\mathfrak{t}(s)}{z}\right).
\end{aligned}\right\}
\quad
\left\{\begin{aligned}
&\frac{(z_k)}{(\underline{z_{k'}})(z_{k+k'})} \\
&\frac{(\underline{z_{k_1}})}{(\underline{z_{k_1'}})(\underline{z_{k_1-k_1'}})}
\end{aligned}\right\}
\qquad (135)$$

Besteht z_{k_1} blos aus Einem Zeiger, ist etwa

$$z_{k_1} = a,$$

daher

$$z = (\underline{a})(a),$$

so übergehen (135) in

$$\left.\begin{aligned}
x_a &= (-1)^{\mathfrak{t}_a} a_a \cos\pi\frac{\mathfrak{t}(a)}{z}, \\
&\ldots\ldots\ldots\ldots \\
x_l &= (-1)^{\mathfrak{t}_l} a_l \cos\pi\frac{\mathfrak{t}(l)}{z}, \\
x_p &= a_p \cos\pi\left(\frac{2t_p}{T_p}+\frac{\mathfrak{t}(p)}{z}\right), \\
&\ldots\ldots\ldots\ldots \\
x_s &= a_s \cos\pi\left(\frac{2t_s}{T_s}+\frac{\mathfrak{t}(s)}{z}\right).
\end{aligned}\right\}
\quad
\left\{\frac{(a)}{(\underline{z_{k'}})(a, z_{k'})}\right\}
\qquad (136)$$

Die Punkte (136) theilen sich ein in a-Gipfel und a-Knoten. Die ersteren entsprechen den $\mathfrak{t}$-Werthen, welche Vielfache von $(\underline{a})$ sind, die letzteren jenen, welche es nicht sind. Für die ersteren hat man, wenn man statt $\mathfrak{t}$, $\mathfrak{t}(\underline{a})$, ferner

$$(a) = z'$$

setzt,



$$x_a = (-1)^{\tau_a + 1}\, a_a\,;$$

$$x_b = (-1)^{\tau_b}\, a_b \cos \pi \frac{\tau(b)}{z'}\,,$$

$$\cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot$$

$$x_l = (-1)^{\tau_l}\, a_l \cos \pi \frac{\tau(l)}{z'}\,, \qquad \left\{ \frac{(a)}{(\underline{z_{k'}})\,(a,\, z_{k'})} \right\}$$

$$x_p = a_p \cos \pi \left(\frac{2t_p}{T_p} + \frac{\tau(p)}{a'} \right),$$

$$\cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot$$

$$x_s = a_s \cos \pi \left(\frac{2t_s}{T_s} + \frac{\tau(s)}{z'} \right);$$

und für die letzteren

$$x_a = (-1)^{\tau_a}\, a_a \cos \pi \frac{\tau(a)}{z}\,,$$

$$\cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot$$

$$x_l = (-1)^{\tau_l}\, a_l \cos \pi \frac{\tau(l)}{z}\,, \qquad \left\{ \begin{matrix} \dfrac{(a)}{(\underline{z_{k'}})\,(a,\, z_{k'})} \\ (\underline{a}) \end{matrix} \right\}$$

$$x_p = a_p \cos \pi \left(\frac{2t_p}{T_p} + \frac{\tau(p)}{z} \right),$$

$$\cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot$$

$$x_s = a_s \cos \pi \left(\frac{2t_s}{T_s} + \frac{\tau(s)}{z} \right).$$

In jedem der ersteren erhält die Coordinate

$$x_a$$

einen Maximal- oder Minimalwerth, und die Schwingungscurve Eine Tangente, welche zu ihrer Projection auf den Coordinatraum

$$x_a$$

parallel ist; in jedem der letzteren erhält keine Coordinate einen Maximal- oder Minimalwerth, und die Schwingungscurve 2 verschiedene Tangenten, welche gegen eine Parallele zu ihrer Projection auf den Coordinatraum

$$x_{\underline{a}}$$

symmetrisch sind. Der ersteren Punkte gibt es

$$2\,\{(a)\},$$

der letzteren

$$[(\underline{a})-1]\,\{(a)\},$$

aller zusammen

$$[(\underline{a})+1]\,\{(a)\}$$

verschiedene.

Besteht z_{k_1} aus mehr als Einem Zeiger, so sind die Punkte (135) lauter z_{k_1}-Knoten. In jedem dieser Punkte erhält keine Coordinate einen Maximal- oder Minimalwerth, und die Schwingungscurve 2 verschiedene Tangenten, welche gegen eine Parallele zu ihrer Projection auf den Coordinatraum

$$x_{\underline{z_{k_1}}}$$

symmetrisch sind. Der Punkte gibt es

$$\{(\underline{z_{k_1}})\}\,\{(z_k)\}$$

verschiedene.

Ist $h=2$, also

$$z=(\underline{z_{k_1}})\,(\underline{z_{k_2}})\,(z_k),$$

so sind die Punkte (111) 2^2-fache Punkte. Die Formeln (111) übergehen in

$$\left.\begin{aligned}
x_a &= (-1)^{\tau}\cdot a_a \cos\pi\,\frac{\tau(a)}{z}, \\
&\dots\dots\dots\dots \\
x_l &= (-1)^{\tau_l} a_l \cos\pi\,\frac{\tau(l)}{z}, \\
x_p &= a_p \cos\pi\left(\frac{2t_p}{T_p}+\frac{\tau(p)}{z}\right), \\
&\dots\dots\dots\dots \\
x_s &= a_s \cos\pi\left(\frac{2t_s}{T_s}+\frac{\tau(s)}{z}\right).
\end{aligned}\right\}
\quad
\left\{\begin{aligned}
&\frac{(z_k)}{(\underline{z_{k'}})\,(z_{k+k'})} \\
&\frac{(\underline{z_{k_1}})}{(\underline{z_{k_1'}})\,(\underline{z_{k_1-k_1'}})} \\
&\frac{(\underline{z_{k_2}})}{(\underline{z_{k_2'}})\,(\underline{z_{k_2-k_2'}})}
\end{aligned}\right\}
\qquad (137)$$

Besteht jedes der Verbindungselemente

$$z_{k_1} | z_{k_2} \tag{138}$$

blos aus Einem Zeiger, ist etwa

$$z_{k_1} = a, \; z_{k_2} = b,$$

daher

$$z = (\underset{-}{a})(\underset{-}{b})(a, b),$$

so übergehen (137) in

$$\left.\begin{aligned}
x_a &= (-1)^{\iota_a} a_a \cos\pi \frac{\iota(a)}{z}, \\
&\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot \\
x_l &= (-1)^{\iota_l} a_l \cos\pi \frac{\iota(l)}{z}, \\
x_p &= a_p \cos\pi \left[\frac{2t_p}{T_p} + \frac{\iota(p)}{z}\right], \\
&\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot \\
x_s &= a_s \cos\pi \left[\frac{2t_s}{T_s} + \frac{\iota(s)}{z}\right].
\end{aligned}\right\} \frac{(a, b)}{(\underset{-}{z_{k'}})(a, b, z_{k'})} \tag{139}$$

Die Punkte (139) theilen sich ein in a-, b-Gipfel, a-Gipfel-b-Knoten, b-Gipfel-a-Knoten und a-, b-Knoten. Die ersten entsprechen den ι-Werthen, welche Vielfache einer jeden der Zahlen

$$(\underset{-}{a}), \; (\underset{-}{b}),$$

die zweiten jenen, welche Vielfache der ersten, aber Nichtvielfache der zweiten, die dritten jenen, welche Vielfache der zweiten, aber Nichtvielfache der ersten, und die vierten jenen, welche Nichtvielfache einer jeden dieser Zahlen sind. Für die ersten hat man, wenn man statt ι, $\iota(\underset{-}{a})(\underset{-}{b})$, ferner

$$(a, b) = z'',$$

$$\frac{(\underset{-}{a})}{z''} = (a)'',$$

$$\frac{(\underset{-}{b})}{z''} = (b)''$$

setzt,

$$
\left.\begin{aligned}
x_a &= (-1)^{\varkappa_a + \varkappa(a)''} a_a, \\
x_b &= (-1)^{\varkappa_b + \varkappa(b)''} a_b, \\
x_c &= (-1)^{\varkappa_c} a_c \cos \pi \frac{\varkappa(c)}{z''}, \\
&\ldots\ldots\ldots\ldots \\
x_l &= (-1)^{\varkappa_l} a_l \cos \pi \frac{\varkappa(l)}{z''}, \\
x_p &= a_p \cos \pi \left(\frac{2t_p}{T_p} + \frac{\varkappa(p)}{z''}\right), \\
&\ldots\ldots\ldots\ldots \\
x_s &= a_s \cos \pi \left(\frac{2t_s}{T_s} + \frac{\varkappa(s)}{z''}\right),
\end{aligned}\right\}
\qquad
\left\{\frac{(a,b)}{(\underline{z_{k'}})\,(a,b,z_{k'})}\right\}
$$

für die zweiten, wenn man statt $\varkappa$, $\varkappa(\underline{a})$, ferner

$$
(\underline{b})\,(a,b) = z',
$$
$$
\frac{(a)}{z'} = (a)'
$$

setzt,

$$
\left.\begin{aligned}
x_a &= (-1)^{\varkappa_a + \varkappa(a)'} a_a, \\
x_b &= (-1)^{\varkappa_b} a_b \cos \pi \frac{\varkappa(b)}{z'}, \\
&\ldots\ldots\ldots\ldots \\
x_l &= (-1)^{\varkappa_l} a_l \cos \pi \frac{\varkappa(l)}{z'}, \\
x_p &= a_p \cos \pi \left(\frac{2t_p}{T_p} + \frac{\varkappa(p)}{z'}\right), \\
&\ldots\ldots\ldots\ldots \\
x_s &= a_s \cos \pi \left(\frac{2t_s}{T_s} + \frac{\varkappa(s)}{z'}\right);
\end{aligned}\right\}
\qquad
\left\{\begin{matrix}\dfrac{(a,b)}{(\underline{z_{k'}})\,(a,b,z_{k'})} \\ (\underline{b})\end{matrix}\right\}
$$

für die dritten, wenn man statt $\varkappa, \varkappa(\underline{b})$, ferner

$$
(\underline{a})\,(a,b) = z',
$$
$$
\frac{(b)}{z'} = (b)'
$$

setzt,

$$x_b = (-1)^{\tau_b + \tau(b)'} a_b,$$

$$x_a = (-1)^{\tau_a} a_a \cos \pi \frac{\tau(a)}{z'},$$

$$\cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot$$

$$x_l = (-1)^{\tau_l} a_l \cos \pi \frac{\tau(l)}{z'}, \qquad \left\{ \frac{(a,b)}{(\underline{z_{k'}})(a,b,z_{k'})} \right.$$

$$x_p = a_p \cos \pi \left(\frac{2t_p}{T_p} + \frac{\tau(p)}{z'} \right), \qquad (\underline{a}) \Bigg\}$$

$$\cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot$$

$$x_s = a_s \cos \pi \left(\frac{2t_s}{T_s} + \frac{\tau(s)}{z'} \right);$$

und für die vierten

$$x_a = (-1)^{\tau_a} a_a \cos \pi \frac{\tau(a)}{z},$$

$$\cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot$$

$$x_l = (-1)^{\tau_l} a_l \cos \pi \frac{\tau(l)}{z}, \qquad \left\{ \frac{(a,b)}{(\underline{z_{k'}})(a,b,z_{k'})} \right.$$

$$x_p = a_p \cos \pi \left(\frac{2t_p}{T_p} + \frac{\tau(p)}{z} \right), \qquad (\underline{a}) \quad (\underline{b}) \Bigg\}$$

$$\cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot$$

$$x_s = a_s \cos \pi \left(\frac{2t_s}{T_s} + \frac{\tau(s)}{z} \right).$$

In jedem der ersten erhält jede der Coordinaten

$$x_a, \; x_b, \tag{140}$$

einen Maximal- oder Minimalwerth, und die Schwingungscurve Eine Tangente, welche zu ihrer Projection auf den Coordinatraum

$$x_{\underline{a,b}}$$

parallel ist; in jedem der zweiten erhält nur die erste der Coordinaten (140) einen Maximal- oder Minimalwerth, und die Schwingungscurve 2 verschiedene Tangenten, von welchen eine jede zu ihrer Projection auf den Coordinatraum

$$x_{\underline{a}} \tag{141}$$

parallel ist, und beide gegen eine Parallele zu ihrer Projection auf den Coordinatraum

$$x_{\underline{b}} \tag{142}$$

symmetrisch sind; in jedem der dritten erhält nur die zweite der Coordinaten (140) einen Maximal- oder Minimalwerth, und die Schwingungscurve 2 verschiedene Tangenten, von welchen eine jede zu ihrer Projection auf den Coordinatraum (142) parallel ist, und beide gegen eine Parallele zu ihrer Projection auf den Coordinatraum (141) symmetrisch sind, und in jedem der vierten erhält keine Coordinate einen Maximal- oder Minimalwerth, und die Schwingungscurve 2^2 verschiedene Tangenten, von welchen je zwei gegen eine Parallele zu ihrer Projection auf den zugehörigen der Coordinaträume (141), (142), sowie des daraus combinirten Coordinatraumes symmetrisch sind. Der ersten Punkte gibt es

$$2\{(a,b)\},$$

der zweiten

$$[(\underline{b})-1]\{(a,b)\},$$

der dritten

$$[(\underline{a})-1]\{(a,b)\},$$

der vierten

$$2^{-1}[(\underline{a})-1][(\underline{b})-1]\{(a,b)\};$$

aller zusammen

$$2^{-1}[(\underline{a})+1][(\underline{b})+1]\{(a,b)\}$$

verschiedene.

Besteht nur Eines der Verbindungselemente (138) aus Einem Zeiger, ist etwa

$$z_{k_1}=a,$$

daher

$$z=(\underline{a})(z_{k_1})(z_k),$$

so übergeht (137) in

$$\left.\begin{aligned}
x_a &= (-1)^{\mathfrak{r}_a} a_a \cos\pi\frac{\mathfrak{r}(a)}{z},\\
&\cdots\cdots\cdots\cdots\\
x_l &= (-1)^{\mathfrak{r}_l} a_l \cos\pi\frac{\mathfrak{r}(l)}{z},\\
x_p &= a_p\cos\pi\left(\frac{2t_p}{T_p}+\frac{\mathfrak{r}(p)}{z}\right),\\
&\cdots\cdots\cdots\cdots\\
x_s &= a_s\cos\pi\left(\frac{2t_s}{T_s}+\frac{\mathfrak{r}(s)}{z}\right).
\end{aligned}\right\}
\left\{\begin{matrix}\dfrac{(z_k)}{(z_{k'})(z_{k+k'})}\\ \dfrac{(z_{k_2})}{(z_{k_2'})(z_{k_2-k_2'})}\end{matrix}\right\} \quad (143)$$

Die Punkte (143) theilen sich ein in a-Gipfel-z_{k_2}-Knoten und a-, z_{k_2}-Knoten. Die ersten entsprechen den $\mathfrak{r}$-Werthen, welche Vielfache von (a) sind, und die zweiten jenen, welche es nicht sind. Für die ersten hat man, wenn man statt $\mathfrak{r}$, $\mathfrak{r}(a)$, ferner

$$(z_{k_2})(z_k) = z',$$
$$\frac{(a)}{z'} = (a)'$$

setzt,

$$\left.\begin{aligned}
x_a &= (-1)^{\mathfrak{r}_a+(a)'} a_a,\\
x_b &= (-1)^{\mathfrak{r}_b}\cos\pi\frac{\mathfrak{r}(b)}{z'},\\
&\cdots\cdots\cdots\cdots\\
x_l &= (-1)^{\mathfrak{r}_l} a_l\cos\pi\frac{\mathfrak{r}(l)}{z'},\\
x_p &= a_p\cos\pi\left(\frac{2t_p}{T_p}+\frac{\mathfrak{r}(p)}{z'}\right),\\
&\cdots\cdots\cdots\cdots\\
x_s &= a_s\cos\pi\left(\frac{2t_s}{T_s}+\frac{\mathfrak{r}(s)}{z'}\right),
\end{aligned}\right\}
\left\{\begin{matrix}\dfrac{(z_k)}{(z_{k'})(z_{k+k'})}\\ \dfrac{(z_{k_2})}{(z_{k_2'})(z_{k_2-k_2'})}\end{matrix}\right\}$$

und für die zweiten

$$x_a = (-1)^{\iota_a} a_a \cos\pi \frac{\iota(a)}{z},$$

$$\cdots\cdots\cdots\cdots$$

$$x_l = (-1)^{\iota_l} a_l \cos\pi \frac{\iota(l)}{z},$$

$$x_p = a_p \cos\pi \left(\frac{2t_p}{T_p} + \frac{\iota(p)}{z}\right),$$

$$\cdots\cdots\cdots\cdots$$

$$x_s = a_s \cos\pi \left(\frac{2t_s}{T_s} + \frac{\iota(s)}{z}\right).$$

$$\left\{ \begin{matrix} \dfrac{(z_k)}{(\underline{z_{k'}})(z_{k+k'})} \\ \dfrac{(\underline{z_{k_2}})}{(\underline{z_{k_2}'})(\underline{z_{k_2-k_2}})} \\ (\underline{a}) \end{matrix} \right\}$$

In jedem der ersten erhält nur die Coordinate

$$x_a$$

einen Maximal- oder Minimalwerth, und die Schwingungscurve 2 verschiedene Tangenten, von welchen eine jede zu ihrer Projection auf den Coordinatraum

$$\underline{x_a} \tag{144}$$

parallel ist, und beide gegen eine Parallele zu ihrer Projection auf den Coordinatraum

$$\underline{x_{z_{k_2}}} \tag{145}$$

symmetrisch sind; in jedem der zweiten erhält keine Coordinate einen Maximal- oder Minimalwerth, und die Schwingungscurve 2^2 verschiedene Tangenten, von welchen je zwei gegen eine Parallele zu ihrer Projection auf den zugehörigen der Coordinaträume (144), (145), sowie des daraus combinirten Coordinatraumes symmetrisch sind. Der ersten gibt es

$$\{(\underline{z_{k_2}})\}\,\{(z_k)\},$$

der zweiten

$$2^{-1}[(\underline{a})-1]\{(\underline{z_{k_2}})\}\,\{z_k\},$$

aller zusammen

$$2^{-1}[(\underline{a})+1]\{(\underline{z_{k_2}})\}\,\{(z_k)\}$$

verschiedene.

Besteht endlich jedes der Verbindungselemente (138) aus mehr als Einem Zeiger, so sind die Punkte (137) z_{k_1}-, z_{k_2}-Knoten. In jedem derselben erhält keine Coordinate einen Maximal- oder Minimalwerth, und die Schwingungscurve 2^2 verschiedene Tangenten, von welchen je zwei gegen eine Parallele auf den zugehörigen der Coordinaträume

$$x_{\underline{z_{k_1}}},\ x_{\underline{z_{k_2}}},$$

sowie des daraus combinirten Coordinatraumes symmetrisch sind. Derselben gibt es

$$2^{-1}\{(\underline{z_{k_1}})\}\{\underline{z_{k_2}})\}\{(z_k)\}$$

verschiedene.

Wir unterbrechen hier die Reihe analoger speciellen Fälle und betrachten nur noch das Endglied derselben.

Ist $h = k$, also

$$z = (\underline{a})(\underline{b})\ldots(\underline{d})(\underline{i})(z_k),$$

so sind die Punkte (111) 2^k-fache Punkte. Die Formeln (111) übergehen in

$$\left.\begin{aligned}
x_a &= (-1)^{\tau_a} a_a \cos\pi\frac{\tau(a)}{z},\\
&\ldots\ldots\ldots\ldots\\
x_i &= (-1)^{\tau_i} a_i \cos\pi\frac{\tau(l)}{z},\\
x_p &= a_p \cos\pi\left(\frac{2t_p}{T_p}+\frac{\tau(p)}{z}\right),\\
&\ldots\ldots\ldots\ldots\\
x_s &= a_s \cos\pi\left(\frac{2t_s}{T_s}+\frac{\tau(s)}{z}\right).
\end{aligned}\right\}\ \frac{(z_k)}{(z_{k'})(z_{k+k'})}\qquad(146)$$

Die Punkte (146) theilen sich ein in a-, b-, ... i-Gipfel, a-, b-, ... d-Gipfel-i-Knoten, ... i-Gipfel-a-, ... d-Knoten, und a-, b-, ... i-Knoten. Die ersten entsprechen den τ-Werthen, welche Vielfache einer jeden der Zahlen

$$(\underline{a}),\ (\underline{b})\ldots(\underline{d}),\ (\underline{i}),$$

die zweiten jenen, welche Vielfache jeder von $k-1$ ersten, aber Nichtvielfache der letzten, ... die vorletzten jenen, welche Vielfache der letzten, aber Nichtvielfache jeder von $k-1$ ersten. und die letzten jenen, welche Nichtvielfache einer jeden dieser Zahlen sind. Für die ersten hat man, wenn man statt τ, $\tau(\underline{a})(\underline{b})\ldots(\underline{i})$, ferner

$$
\begin{aligned}
&(z_k) = z^{[k]},\\
&\frac{(a)}{z^{[k]}} = (a)^{[k]},\\
&\quad \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\\
&\frac{(i)}{z^{[k]}} = (i)^{[k]}
\end{aligned}
$$

setzt,

$$
\left.
\begin{aligned}
x_a &= (-1)^{\tau_a + \tau(a)^{[k]}} a_a,\\
&\cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\\
x_i &= (-1)^{\tau_i + \tau(i)^{[k]}} a_i,\\
&\cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\\
x_l &= (-1)^{\tau_l} a_l \cos\pi \frac{\tau(l)}{z^{[k]}},\\
x_p &= a_p \cos\pi\left(\frac{2t_p}{T_p} + \frac{\tau(p)}{z^{[k]}}\right),\\
&\cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\\
x_s &= a_s \cos\pi\left(\frac{2t_s}{T_s} + \frac{\tau(s)}{z^{[k]}}\right);
\end{aligned}
\right\}
\quad
\left\{\frac{(z_k)}{(\underline{z_{k'}})(z_{k+k'})}\right\}
\qquad (147)
$$

für die zweiten, wenn man statt τ, $\tau(\underline{a})(\underline{b})\ldots(\underline{d})$, ferner

$$
\begin{aligned}
&(\underline{i})(z_k) = z^{[k-1]},\\
&\frac{(a)}{z^{[k-1]}} = (a)^{[k-1]},\\
&\quad \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\\
&\frac{(d)}{z^{[k-1]}} = (d)^{[k-1]}
\end{aligned}
$$

setzt,

$$\left.\begin{aligned}
x_a &= (-1)^{\tau_a+\tau(a)^{[k-1]}} a_a, \\
&\ldots\ldots\ldots\ldots \\
x_d &= (-1)^{\tau_d+\tau(d)^{[k-1]}} a_d, \\
x_i &= (-1)^{\tau_i} a_i \cos\pi \frac{\tau(i)}{z^{[k-1]}}, \\
&\ldots\ldots\ldots\ldots \\
x_l &= (-1)^{\tau_l} a_l \cos\pi \frac{\tau(l)}{z^{[k-1]}}, \\
x_p &= a_p \cos\pi \left(\frac{2t_p}{T_p} + \frac{\tau(p)}{z^{[k-1]}}\right), \\
&\ldots\ldots\ldots\ldots \\
x_s &= a_s \cos\pi \left(\frac{2t_s}{T_s} + \frac{\tau(s)}{z^{[k-1]}}\right),
\end{aligned}\right\} \left\{\begin{matrix} \dfrac{(z_k)}{(\underline{z_{k'}})(z_{k+k'})} \\ (\underline{i}) \end{matrix}\right\} \quad (148)$$

. . . .

für die vorletzten, wenn man statt τ, $\tau(\underline{i})$, ferner

$$(\underline{a})(\underline{b})\ldots(\underline{d})(z_k) = z',$$

$$\frac{(i)}{z'} = (i)'$$

setzt,

$$\left.\begin{aligned}
x_i &= (-1)^{\tau_i+\tau(i)'} a_i, \\
x_a &= (-1)^{\tau_a} a_a \cos\pi \frac{\tau(a)}{z'}, \\
&\ldots\ldots\ldots\ldots \\
x_d &= (-1)^{\tau_d} a_d \cos\pi \frac{\tau(d)}{z'}, \\
x_l &= (-1)^{\tau_l} a_l \cos\pi \frac{\tau(l)}{z'}, \\
x_p &= a_p \cos\pi \left(\frac{2t_p}{T_p} + \frac{\tau(p)}{z'}\right), \\
&\ldots\ldots\ldots\ldots \\
x_s &= a_s \cos\pi \left(\frac{2t_s}{T_s} + \frac{\tau(s)}{z'}\right),
\end{aligned}\right\} \left\{\begin{matrix} \dfrac{(z_k)}{(\underline{z_{k'}})(z_{k+k'})} \\ (\underline{a}) \\ \vdots \\ (\underline{d}) \end{matrix}\right\} \quad (149)$$

und für die letzten

$$\left.\begin{aligned} x'_a &= (-1)^{\nu_a} a_a \cos\pi \frac{\nu(a)}{z}, \\ &\ldots\ldots\ldots\ldots \\ x'_l &= (-1)^{\nu_l} a_l \cos\pi \frac{\nu(l)}{z}, \\ x'_p &= a_p \cos\pi \left(\frac{2t_p}{T_p} + \frac{\nu(p)}{z}\right), \\ &\ldots\ldots\ldots\ldots \\ x'_s &= a_s \cos\pi \left(\frac{2t_s}{T_s} + \frac{\nu(s)}{z}\right). \end{aligned}\right\} \quad \left(\begin{matrix} \dfrac{(z_k)}{(z_{\underline{k'}})(z_{k+k'})} \\ (\underline{a}) \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ (\underline{i}) \end{matrix}\right) \qquad (150)$$

In jedem der ersten erhält jede der Coordinaten

$$x'_a, \ldots x'_i$$

einen Maximal- oder Minimalwerth, und die Schwingungscurve Eine Tangente, welche zu ihrer Projection auf den Coordinatraum

$$x'_{\underline{a,b,\ldots i}}$$

parallel ist; in jedem der zweiten erhält nur jede der Coordinaten

$$x'_a, \ldots x'_d$$

einen Maximal- oder Minimalwerth, und die Schwingungscurve 2 verschiedene Tangenten, von welchen eine jede zu ihrer Projection auf den Coordinatraum

$$x'_{\underline{d,\ldots d}}$$

parallel ist, und beide gegen eine Parallele zu ihrer Projection auf den Coordinatraum

$$x'_{\underline{i}}$$

symmetrisch sind; . . . . . . in jedem der vorletzten erhält nur die Coordinate

$$x'_i$$

einen Maximal- oder Minimalwerth, und die Schwingungscurve

2^{k-1} verschiedene Tangenten, von welchen eine jede zu ihrer Projection auf den Coordinatraum

$$\underline{x}_i$$

parallel ist, und je zwei gegen eine Parallele zu ihrer Projection auf den zugehörigen der Coordinaträume

$$\underline{x}_a, \ldots \underline{x}_d,$$

so wie der daraus combinirten Coordinaträume symmetrisch sind, und in jedem der letzten erhält keine Coordinate einen Maximal- oder Minimalwerth, und die Schwingungscurve 2^k verschiedene Tangenten, von welchen je zwei gegen eine Parallele zu ihrer Projection auf den zugehörigen der Coordinaträume

$$\underline{x}_a, \ldots \underline{x}_i$$

so wie der daraus combinirten Coordinaträume symmetrisch sind. Der ersten gibt es

$$2\{(z_k)\}, \tag{151}$$

der zweiten

$$[(\underline{i})-1]\{(z_k)\}, \tag{152}$$

. . . .

der vorletzten

$$2^{-(k-2)}[(\underline{a})-1]\ldots[(\underline{d})-1]\{(z_k)\}, \tag{153}$$

der letzten

$$2^{-(k-1)}[(\underline{a})-1]\ldots[(\underline{d})-1][(\underline{i})-1]\{(z_k)\} \tag{154}$$

aller zusammen

$$2^{-(k-1)}[(\underline{a})+1]\ldots[(\underline{d})+1][(\underline{i})+1]\{(z_k)\} \tag{155}$$

verschiedene.

Wenn $h=k=m$, also

$$z=(\underline{a})(\underline{b})\ldots(\underline{d})(\underline{l})(z_m)$$

ist, so übergehen (146), (147), (148) ... (149) und (150) der Reihe nach in

$$x_a = (-1)^{\tau_a} a_a \cos \pi \frac{\tau(a)}{z},$$

. . . .

$$x_l = (-1)^{\tau_l} a_l \cos \pi \frac{\tau(l)}{z},$$

$$x_p = a_p \cos \pi \left(\frac{2t_p}{T_p} + \frac{\tau(p)}{z}\right),$$

. . . .

$$x_s = a_s \cos \pi \left(\frac{2t_s}{T_s} + \frac{\tau(s)}{z}\right);$$

$$x_a = (-1)^{\tau_a + \tau(a)^{[m]}} a_a,$$

. . . .

$$x_l = (-1)^{\tau_l + \tau(l)^{[m]}} a_l,$$

$$x_p = a_p \cos \pi \left(\frac{2t_p}{T_p} + \frac{\tau(p)}{z^{[k]}}\right),$$

. . . .

$$x_s = a_s \cos \pi \left(\frac{2t_s}{T_s} + \frac{\tau(s)}{z^{[k]}}\right),$$

$$x_a = (-1)^{\tau_a + \tau(a)^{[m-1]}} a_a,$$

. . . .

$$x_d = (-1)^{\tau_d + \tau(d)^{[m-1]}} a_d,$$

$$x_l = (-1)^{\tau_l} a_l \cos \pi \frac{\tau(l)}{z^{[m-1]}},$$

$$x_p = a_p \cos \pi \left(\frac{2t_p}{T_p} + \frac{\tau(p)}{z^{[m-1]}}\right), \qquad \{(\underline{l})\}$$

. . . .

$$x_s = a_s \cos \pi \left(\frac{2t_s}{T_s} + \frac{\tau(s)}{z^{[m-1]}}\right);$$

. . . .

. . . .

$$x_l = (-1)^{\tau_l + \tau(l)'} a_l,$$

$$x_a = (-1)^{\tau_a} a_a \cos \pi \frac{\tau(a)}{z'},$$

. . . .

$$x_d = (-1)^{\tau_d} a_d \cos \pi \frac{\tau(d)}{z'},$$

$$x_p = a_p \cos \pi \left(\frac{2t_p}{T_p} + \frac{\tau(p)}{z'}\right),$$

. . . .

$$x_s = a_s \cos \pi \left(\frac{2t_s}{T_s} + \frac{\tau(s)}{z'}\right);$$

$$\left(\begin{array}{c}(\underline{a})\\ \cdot\\ \cdot\\ \cdot\\ (\underline{d})\end{array}\right)$$

$$x_a = (-1)^{\tau_a} a_a \cos \pi \frac{\tau(a)}{z},$$

. . . .

$$x_l = (-1)^{\tau_l} a_l \cos x \frac{\tau(l)}{z},$$

$$x_p = a_p \cos \pi \left(\frac{2t_p}{T_p} + \frac{\tau(p)}{z}\right),$$

. . . .

$$x_s = a_s \cos \pi \left(\frac{2t_s}{T_s} + \frac{\tau(s)}{z}\right),$$

$$\left(\begin{array}{c}(\underline{a})\\ \cdot\\ \cdot\\ \cdot\\ (\underline{l})\end{array}\right)$$

worin

$$(z_m) = z^{[m]},$$

$$\frac{(a)}{z^{[m]}} = (a)^{[m]},$$

. . . . .

$$\frac{(l)}{z^{[m]}} = (l)^{[m]};$$

$$(\underline{l})\ (z_m) = z^{[m-1]},$$

$$\frac{(a)}{z^{[m-1]}} = (a)^{[m-1]},$$

. . . . . .

$$\frac{(d)}{z^{[m-1]}} = (d)^{[m-1]};$$

. . . .

$$\cdots\cdots\cdots$$

$$(\underline{a})\cdots(\underline{d})(z_m)=z',$$

$$\frac{(\underline{l})}{z'}=(l)'$$

ist, und (151), (152),...(153), (154) und (155) übergehen in

$$2(z_m),$$
$$[(\underline{l})-1](z_m),$$
$$\cdots\cdots$$
$$2^{-(m-2)}[(\underline{a})-1]\cdots[(\underline{d})-1](z_m),$$
$$2^{-(m-1)}[(\underline{a})-1]\cdots[(\underline{d})-1][(\underline{l})-1](z_m),$$
$$2^{-(m-1)}[(\underline{a})+1]\cdots[(\underline{d})+1][(\underline{l})+1](z_m).$$

Der Fall, dass $m=n$, also die Schwingungscurve selbst zusammenfallend ist, verdient eine besondere Erwähnung.

In diesem Falle besitzt die Schwingungscurve ihrer Besonderheit zufolge in **jedem** ihrer Punkte einen 2-fachen Punkt mit 2 Tangenten von gerade entgegengesetzter Richtung, d. i. einen z_n-Punkt. Daraus folgt:

1. dass mit jedem z_k-Punkte der betrachteten Curve immer ein $\underline{z_k}$-Punkt zusammenfällt, was auch aus dem Umstande sich ergibt, dass die Zeit des letzteren auch durch (93) ausgedrückt wird, indem für denselben nur die Factoren von z gegen einander die Rolle austauschen;

2. dass für die 2^h-fachen besonderen Punkte derselben die Verbindung (102) nothwendig eine solche ist, in welcher alle Zeiger in (1) vorkommen, und

3. dass für diese Punkte der kleinste Werth von h, 2 ist.

Da

$$(z_k)=(z_n)=1$$

wird, so erhält z in (104) die Form

$$\begin{aligned} z &= (\underline{z_{k_1}})(\underline{z_{k_2}})\cdots(\underline{z_{k_h}}) \\ &= (\underline{z_{k_1}})(\underline{z_{k_2}})\cdots(\underline{z_{k_{h-1}}})(z_k), \end{aligned} \tag{156}$$

wo nothwendig

$$k_1+k_2+\ldots+k_h=n$$

ist, und z_k eine Zeigergruppe vorstellt, die aus der Vereinigung der Zeigergruppen

$$z_{k_1} | z_{k_2} | \dots | z_{k_{h-1}}$$

in Eine hervorgeht.

Die Formeln (111) übergehen in

$$\left.\begin{aligned} x_1 &= (-1)^{\mathfrak{t}_1} a_1 \cos\pi \frac{\mathfrak{t}(1)}{z}, \\ &\dots\dots\dots\dots \\ x_n &= (-1)^{\mathfrak{t}_n} a_n \cos\pi \frac{\mathfrak{t}(n)}{z}, \end{aligned}\right. \quad \left\{\frac{(\underline{z_{k_e}})}{(\underline{z_{k_e'}})(\underline{z_{k_e-k_e'}})}\right\} \qquad (157)$$

wo die Zahl in der Symbolklammer auf die erste der Fornnen (156) zu beziehen ist.

Ist $h=2$, also

$$z = (\underline{z_{k_1}})(z_k),$$

so sind die Punkte (157) 2^2-fache Punkte. Die Formeln (157) übergehen in

$$\left.\begin{aligned} x_1 &= (-1)^{\mathfrak{t}_1} a_1 \cos\pi \frac{\mathfrak{t}(1)}{z}, \\ &\dots\dots\dots\dots \\ x_n &= (-1)^{\mathfrak{t}_n} a_n \cos\pi \frac{\mathfrak{t}(n)}{z}, \end{aligned}\right. \quad \left\{\begin{aligned} &\frac{(\underline{z_{k_1}})}{(\underline{z_{k_1'}})(\underline{z_{k_1-k_1'}})} \\ &\frac{(z_k)}{(\underline{z_{k'}})(z_{k+k'})} \end{aligned}\right\} \qquad (158)$$

Besteht z_{k_1} blos aus Einem Zeiger, ist etwa

$$z_{k_1} = a,$$

daher

$$z = (\underline{a})(a),$$

so übergehen (158) in

$$\left.\begin{aligned} x_1 &= (-1)^{\mathfrak{t}_1} a_1 \cos\pi \frac{\mathfrak{t}(1)}{z}, \\ &\dots\dots\dots\dots \\ x_n &= (-1)^{\mathfrak{t}_n} a_n \cos\pi \frac{\mathfrak{t}(n)}{z}. \end{aligned}\right. \quad \left\{\frac{(a)}{(\underline{z_{k'}})(a, z_{k'})}\right\} \qquad (159)$$

Die Punkte (159) theilen sich ein in a-Gipfel- $\bar{a}$-Knoten, und a-, $\underline{a}$-Knoten. Die ersteren entsprechen den τ-Werthen, welche Vielfache von $(\underline{a})$ sind, die letzteren jenen, welche es nicht sind.

Für die ersteren hat man, wenn man statt τ, $\tau(\underline{a})$, ferner

$$(a) = z'$$

setzt,

$$\left.\begin{aligned} x_a &= (-1)^{\tau_a + \tau} a_a, \\ x_b &= (-1)^{\tau_b} a_b \cos \pi \frac{\tau(b)}{z'}, \\ &\cdots\cdots\cdots\cdots \\ x_s &= (-1)^{\tau_s} a_s \cos \pi \frac{\tau(s)}{z'}; \end{aligned}\right. \quad \left\{ \frac{(a)}{(\underline{z_{k'}})(a, z_{k'})} \right\}$$

und für die letzteren

$$\left.\begin{aligned} x_1 &= (-1)^{\tau_1} a_1 \cos \pi \frac{\tau(1)}{z}, \\ &\cdots\cdots\cdots\cdots \\ x_n &= (-1)^{\tau_n} a_n \cos \pi \frac{\tau(n)}{z}. \end{aligned}\right. \quad \left\{ \begin{matrix} \dfrac{(a)}{(\underline{z_{k'}})(a, z_{k'})} \\ (\underline{a}) \end{matrix} \right\}$$

In jedem der ersteren erhält nur die Coordinate x_a einen Maximal- oder Minimalwerth, und die Schwingungscurve 2 verschiedene Tangenten, von welchen eine jede zu ihrer Projection auf den Coordinatraum

$$x_{\underline{a}}$$

parallel ist, und beide gegen eine Parallele zu ihrer Projection auf die Coordinataxe

$$x_a$$

symmetrisch sind, welche daher ein Paar bilden, das gerad entgegengesetzte Richtungen besitzt; in jedem der letzteren erhält keine der Coordinaten einen Maximal- oder Minimalwerth, und die Schwingungscurve 2^2 verschiedene Tangenten, von welchen je zwei gegen eine Parallele zu ihrer Projection auf den zugehörigen der Coordinaträume

$$x_{\underline{a}},\ x_a,$$

sowie des daraus combinirten Coordinatraumes symmetrisch sind, welche daher 2 Paare bilden, von denen jedes gerad entgegengesetzte Richtungen besitzt. Der ersteren Punkte gibt es

$$\{(a)\},$$

der letzteren

$$2^{-1}[(\underline{a})-1]\{(a)\};$$

aller zusammen

$$2^{-1}[(a)+1]\{(a)\}$$

verschiedene.

Besteht z_{k_1} aus mehr als Einem Zeiger, so sind die Punkte 158) z_{k_1}-, $\underline{z_k}$-Knoten. In jedem derselben erhält keine der Coordinaten einen Maximal- oder Minmalwerth, und die Schwingungscurve 2^2 verschiedene Tangenten, von welchen je zwei gegen eine Parallele zu ihrer Projection auf den zugehörigen der Coordinaträume

$$x_{\underline{z k_1}},\ x_{z,},$$

sowie des daraus combinirten Coordinatraumes symmetrisch sind, welche daher 2 Paare bilden, von denen jedes gerad entgegengesetzte Richtungen besitzt. Der Punkte gibt es

$$2^{-1}\{(\underline{z_{k_1}})\}\{(z_k)\}$$

verschiedene.

Aus der Reihe analoger speciellen Fälle heben wir noch das Endglied hervor.

Ist $h=n$, also

$$z=(\underline{1})(\underline{2})\cdots(\underline{n-1})(\underline{n}),$$

so sind die Punkte (157) 2^n-fache Punkte. Die Formeln (157) übergehen in

$$
\begin{aligned}
x_1 &= (-1)^{\upsilon_1} a_1 \cos \pi \frac{\iota(1)}{z}, \\
&\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot \\
x_n &= (-1)^{\upsilon_n} a_n \cos \pi \frac{\iota(n)}{z}.
\end{aligned} \tag{160}
$$

Die Punkte (160) theilen sich ein in 1-, 2-, ... n-Gipfel, 1-, 2-, ... n—1-Gipfel-n-Knoten, ... n-Gipfel- 1-, 2-, ... n—1-Knoten, und 1-, 2-, ... n-Knoten. Die ersten entsprechen den ι-Werthen, welche Vielfache einer jeden der Zahlen

$$(\underline{1}),\ (\underline{2}), \ldots (\underline{n-1}),\ (\underline{n}),$$

die zweiten jenen, welche Vielfache einer jeden von n—1 ersten, aber Nichtvielfache der letzten, ... die vorletzten jenen, welche Vielfache der letzten, aber Nichtvielfache einer jeden von n—1 ersten, die letzten jenen, welche Nichtvielfache einer jeden dieser Zahlen sind. Für die ersten hat man, wenn man statt ι, $\iota(\underline{1})(\underline{2}) \ldots (\underline{n})$ setzt,

$$
\begin{aligned}
x_1 &= (-1)^{\upsilon_1 + \iota(1)} a_1, \\
&\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot \\
x_n &= (-1)^{\upsilon_n + \iota(n)} a_n;
\end{aligned} \tag{161}
$$

für die zweiten, wenn man statt ι, $\iota(\underline{1})(\underline{2}) \ldots (\underline{n-1})$ ferner

$$
\begin{aligned}
(\underline{n}) &= z^{[n-1]}, \\
\frac{(\underline{1})}{z^{[n-1]}} &= (1)^{[n-1]}, \\
&\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot \\
\frac{(\underline{n-1})}{z^{[n-1]}} &= (n-1)^{[n-1]}
\end{aligned}
$$

setzt,

$$
\begin{aligned}
x_1 &= (-1)^{\upsilon_1 + \iota(1)^{[n-1]}} a_1, \\
&\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot \\
x_{n-1} &= (-1)^{\upsilon_{n-1} + \iota(n-1)^{[n-1]}} a_{n-1}, \\
x_n &= (-1)^{\upsilon_n} a_n \cos \pi \frac{\iota(n)}{z^{[n-1]}};
\end{aligned} \tag{(n)}
$$

. . . .

für die vorletzten, wenn man statt ι, $\iota_{(n)}$, ferner

$$(1)(2)\ldots(n-1) = z'$$
$$\frac{(n)}{z'} = (n)'$$

setzt,

$$\begin{aligned} x_n &= (-1)^{\iota_n + \iota(n)'} a_n, \\ x_1 &= (-1)^{\iota_1} a_1 \cos\pi \frac{\iota(1)}{z'}, \\ &\cdots\cdots\cdots \\ x_{n-1} &= (-1)^{\iota_{n-1}} a_{n-1} \cos\pi \frac{\iota(n-1)}{z'}, \end{aligned} \qquad \begin{pmatrix} (1) \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ (n-1) \end{pmatrix}$$

und für die letzten

$$\begin{aligned} x_1 &= (-1)^{\iota_1} a_1 \cos\pi \frac{\iota(1)}{z}, \\ &\cdots\cdots\cdots \\ x_n &= (-1)^{\iota_n} a_n \cos\pi \frac{\iota(n)}{z}. \end{aligned} \qquad \begin{pmatrix} (1) \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ (n) \end{pmatrix}$$

In jedem der ersten erhält jede der Coordinaten einen Maximal- oder Minimalwerth, und die Schwingungscurve eine Tangente, welche zu ihrer Projection auf den Coordinatraum

$$x_{1,2,\ldots n},$$

d. i. auf den Coordinatursprung parallel ist, daher eine **unbestimmte** Richtung besitzt; in jedem der zweiten erhält nur jede der Coordinaten

$$x_n$$

einen Maximal- oder Minimalwerth, und die Schwingungscurve 2 verschiedene Tangenten, von welchen eine jede zu ihrer Projection auf die Coordinataxe

$$x_n$$

parallel ist, und beide gegen eine Parallele zu ihrer Projection auf den Coordinatraum

$$x_{\underline{n}}$$

symmetrisch sind, welche daher ein Paar bilden, das gerad entgegengesetzte Richtungen besitzt, ... in jedem der vorletzten erhält nur die Coordinate

$$x_n$$

einen Maximal- oder Minimalwerth, und die Schwingungscurve 2^{n-1} verschiedene Tangenten, von welchen eine jede zu ihrer Projection auf den Coordinatraum

$$x_{\underline{n}}$$

parallel ist, und je zwei gegen eine Parallele zu ihrer Projection auf den zugehörigen der Coordinaträume

$$x_{\underline{1}},\ x_{\underline{2}},\ \ldots\ x_{\underline{n-1}},$$

sowie der daraus combinirten Coordinaträume symmetrisch sind. welche daher 2^{n-2} Paare bilden, von denen jedes gerad entgegengesetzte Richtungen besitzt, und in jedem der letzten erhält keine der Coordinaten einen Maximal- oder Minimalwerth, und die Schwingungscurve 2^n verschiedene Tangenten, von welchen je zwei gegen eine Parallele zu ihrer Projection auf den zugehörigen der Coordinaträume

$$x_{\underline{1}},\ x_{\underline{2}},\ \ldots\ x_{\underline{n-1}},\ x_{\underline{n}},$$

sowie der daraus combinirten Coordinaträume symmetrisch sind. welche daher 2^{n-1} Paare bilden, von denen jedes gerad entgegengesetzte Richtungen besitzt. Der ersten Punkte gibt es

$$\underline{2},$$

der zweiten

$$(\underline{n}) - 1,$$

. . . .

der vorletzten

$$2^{-(n-2)}[(1)-1][(2)-1]\dots[(n-1)-1],$$

d letzten

$$2^{-(n-1)}[(1)-1][(2)-1]\dots[(n-1)-1][(n)-1];$$

aller zusammen

$$2^{-(n-1)}[(1)+1][(2)+1]\dots[(n-1)+1][(n)+1]$$

verschiedene.

Aus den angegebenen Eigenschaften der zwei 1-, 2-, ... n-Gipfelpunkte schliessen wir, dass in jedem derselben der schwingende Punkt auf den vor denselben beschriebenen Schwingungsast rückkehrt, welcher Eigenschaft wegen wir diese zwei Gipfelpunkte Hörner der betrachteten Schwingungscurve nennen wollen. Für dieselben erhalten wir aus (161)

$$x_1 = (-1)^{\nu_1} a_1, \qquad x_1 = (-1)^{\nu_1+(1)} a_1,$$
$$\dots\dots\dots \qquad \dots\dots\dots$$
$$x_n = (-1)^{\nu_n} a_n; \qquad x_n = (-1)^{\nu_n+(n)} a_n.$$

Zum Beschluss der Theorie der besonderen Punkte der Schwingungscurve, deren Projection auf den Coordinatraum x_{z_m} zusammenfallend ist, ohne dass die Projection derselben auf den Coordinatraum x_{z_m}, es ist, wollen wir noch sagen, wie viel Arten 2^h-facher Punkte es in derselben gibt, welche durch die auf die genannte Projection sich beziehenden besonderen Zeiger veranlasst werden.

Wenn $m < n$ ist, so können die Zeigergruppen (102) einer beliebigen Verbindung der m besonderen Zeiger zur h^{ten} Classe entnommen werden. Die Anzahl A_h aller Arten 2^h-facher Punkte in der betrachteten Schwingungscurve ist daher der Anzahl aller Verbindungen von m Elementen zur h^{ten} Classe, also

$$A_h = V_h^{(m)} = \frac{1}{h!}\sum \frac{m!}{k_1!\,k_2!\dots k_h!\,(m-k)!} = \frac{1}{h!}[h+1)^m - \binom{h}{1} h^m + \dots + (-1)^h] \qquad (162)$$

gleich. Aus (162) haben wir sonach für die Anzahl aller Arten

2^1-, 2^2-, ... 2^m-facher Punkte in dieser Schwingungscurve der Reihe nach

$$A_1 = \frac{1}{1!}\sum \frac{m!}{k_1!\,(m-k)!} = \frac{1}{1!}(2^m - 1),$$

$$A_2 = \frac{1}{2!}\sum \frac{m!}{k_1!\,k_2!\,(m-k)!} = \frac{1}{2!}\left[3^m - \binom{2}{1}2^m + 1\right],$$

. . . .

$$A_m = \frac{1}{m!}\sum \frac{m!}{k_1!\,k_2!\ldots k_m!\,(m-k)!} =$$

$$\frac{1}{m!}\left[m^m - \binom{m}{1}(m-1)^m + \ldots + (-1)^m\right] = 1.$$

Wenn $m = n$ ist, so können die Zeigergruppen (162) nur einer derartigen Verbindung der n besonderen Zeiger zur h^{ten} Classe entnommen werden, in welcher alle n Zeiger vorkommen. Die Anzahl A_h aller Arten 2^h-facher Punkte ist daher der Anzahl aller derartigen Verbindungen von n Elementen zur h^{ten} Classe, in deren jeder alle Zeiger vorkommen, also

$$A_h = W_h^n = \frac{1}{(h-1)!}\sum \frac{(n-1)!}{k_1!\,k_2!\ldots k_{h-1}!\,(n-1-k)!} =$$
$$\frac{1}{(h-1)!}\left[h^{n-1} - \binom{h-1}{1}(h-1)^{n-1} + \ldots + (-1)^{h-1}\right] \qquad (163)$$

gleich. Aus (163) haben wir sonach für die Anzahl aller Arten 2^2-, 2^3-, ... 2^n-facher Punkte in der zusammenfallenden Schwingungscurve der Reihe nach

$$A_2 = \frac{1}{1!}\sum \frac{(n-1)!}{k_1!\,(n-1-k)!} = \frac{1}{1!}(2^{n-1} - 1),$$

$$A_3 = \frac{1}{2!}\sum \frac{(n-1)!}{k_1!\,k_2!\,(n-1-k)!} = \frac{1}{2!}\left[3^{n-1} - \binom{2}{1}2^{n-1} + 1\right],$$

. . . .

$$A_n = \frac{1}{(n-1)!}\sum \frac{(n-1)!}{k_1!\,k_2!\ldots k_{n-1}!\,(n-1-k)!} =$$

$$\frac{1}{(n-1)!}\left[n^{n-1} - \binom{n-1}{1}(n-1)^{n-1} + \ldots + (-1)^{n-1}\right] = 1.$$

Die Vergleichung von (162) mit (163) zeigt, dass die Anzahl aller Arten 2^h-facher Punkte in der zusammenfallenden Schwin-

gungscurve gleich ist der Anzahl aller Arten 2^{k-1}-facher Punkte in einer solchen verwandten Schwingungscurve, deren Projection auf den Coordinatraum $x_{z_{n-1}}$ zusammenfallend ist, ohne dass die Schwingungscurve selbst es ist.

Was die besonderen Punkte einer Schwingungscurve anbelangt, deren Projection auf irgend einen Coordinatraum doppelt symmetrisch ist, so bieten dieselben zu keiner besonderen Untersuchung Veranlassung.

§. 7.

Einfluss gewisser Änderungen der Anfangsphasen auf die Gestalt der Schwingungscurve.

In den bisherigen Untersuchungen haben wir die Anfangsphasen

$$t_1, t_2, \ldots t_n \tag{164}$$

als constant, und die Zeit

$$t \tag{165}$$

als veränderlich angesehen. Wir heben nun die Veränderlichkeit der Zeit (165) auf, und sehen die Anfangsphasen (164) als veränderlich an.

Eine Änderung sämmtlicher Anfangsphasen (164) um einerlei Betrag bewirkt keine Änderung der Gestalt der Schwingungscurve, da dieselbe in den Gleichungen (1) bloss die Wirkung nach sich zieht, wie eine gleiche Änderung der Zeit (165) ohne Änderung der Anfangsphasen (164). Daraus folgt, dass sämmtliche Anfangsphasen um einerlei Betrag geändert werden können, ohne dass die Gestalt der Schwingungscurve eine Änderung erleidet.

Eine Änderung der Gestalt der Schwingungscurve kann sonach nur durch solche Änderungen der Anfangsphasen bewirkt werden, welche nicht sämmtlich einander gleich sind. Wir werden hier nur die Wirkungen nachstehender Änderungen der Anfangsphasen

$$\Delta t_1 = r_1 \frac{T_1}{2} + t_0,\ \Delta t_2 = r_2 \frac{T_2}{2} + t_0, \ldots \Delta t_n = r_n \frac{T_n}{2} + t_0; \tag{166}$$

$$\Delta t_1 = r_1 \frac{T_1}{2} - 2t_1 + t_0,\ \Delta t_2 = r_2 \frac{T_2}{2} - 2t_2 + t_0, \ldots \Delta t_n = r_n \frac{T_n}{2} - 2t_n + t_0 \tag{167}$$

auf die Gestalt der Schwingungscurve näher untersuchen.

Die Änderungen (166) der Anfangsphasen üben der so eben gemachten Bemerkung zufolge dieselbe Wirkung auf die Gestalt der Schwingungscurve aus, wie die aus (3) hervorgehenden Änderungen der Anfangsphasen

$$\Delta t_1 = r_1 \frac{T_1}{2},\ \Delta t_2 = r_2 \frac{T_2}{2}, \ldots \Delta t_n = r_n \frac{T_n}{2}.$$

Letztere bewirken zufolge (5), dass der schwingende Punkt, der vor denselben zur Zeit t den Punkt

$$x_1,\ x_2, \ldots x_n \tag{168}$$

mit den Coordinatgeschwindigkeiten

$$v_1,\ v_2, \ldots v_n \tag{169}$$

passirt, in derselben Zeit in den Punkt

$$(-1)^{r_1} x_1,\ (-1)^{r_2} x_2, \ldots (-1)^{r_n} x_n$$

mit den Coordinatgeschwindigkeiten

$$(-1)^{r_1} v_1,\ (-1)^{r_2} v_2, \ldots (-1)^{r_n} v_n$$

gelangt.

Erwägt man, dass jedem Punkte (9) der Schwingungscurve der symmetrische Punkt (17) nothwendig entspricht, so gelangt man zur Überzeugung, dass die Änderungen (166) der Anfangsphasen, wenn die r entweder alle gerad, oder mit den Schwingungszahlen (16) gleichgeltend sind, die Gestalt der Schwingungscurve nicht ändern, wenn aber die r anders beschaffene ganze Zahlen sind, dieselbe in ihre Symmetriecurve in Bezug auf ihre Projection auf den Coordinatraum, auf welchen sich die geraden der r beziehen, verwandeln. Da jedem Punkte (9) der

doppelt symmetrischen Schwingungscurve nebst dem symmetrischen Punkte (17), noch die symmetrischen Punkte (44) und (48) entsprechen, so wird die Gestalt derselben auch durch diejenigen Änderungen (166) der Anfangsphasen nicht geändert, deren r mit den Exponenten in (44) und (48) gleichgeltend sind.

Der verschiedenen Punkte mit numerisch gleichen Coordinaten gibt es in einem n-axigen Coordinatsysteme

$$1+\binom{n}{1}+\binom{n}{2}+\ldots+\binom{n}{n}=2^n.$$

Mit Rücksicht darauf, dass eine jede Schwingungscurve zwei so beschaffene Punkte nothwendig aufnimmt, ersehen wir, dass einer jeden Schwingungscurve sich im Allgemeinen

$$2^{n-1}-1$$

verschiedene verwandte symmetrische zuordnen, deren Anfangsphasen von jenen der ersteren um Werthe von den Formen (166) verschieden sind. Der doppelt symmetrischen Schwingungscurve ordnen sich nur

$$2^{n-2}-1$$

verschiedene verwandte symmetrische zu.

Was die Änderungen (167) der Anfangsphasen anbelangt, so üben sie dieselbe Wirkung auf die Gestalt der Schwingungscurve aus, wie die aus (4) hervorhergehenden Änderungen der Anfangsphasen

$$\Delta t_1=r_1\frac{T_1}{2}-2(t+t_1),\ \Delta t_2=r_2\frac{T_2}{2}-2(t+t_2),\ldots$$
$$\Delta t_n=r_n\frac{T_n}{2}-2(t+t_n)$$

Letztere bewirken zufolge (6), dass der schwingende Punkt, der vor denselben den Punkt (168) mit den Coordinatgeschwindigkeiten (169) passirt, in derselben Zeit in den Punkt

$$(-1)^{r_1}x_1,\ (-1)^{r_2}x_2,\ldots(-1)^{r_n}x_n$$

mit den Coordinatgeschwindigkeiten

$$-(-1)^{r_1}v_1,\ -(-1)^{r_2}v_2,\ldots-(-1)^{r_n}v_n$$

gelangt. Die Änderungen (167) der Anfangsphasen ertheilen sonach der Schwingungscurve dieselben Gestaltsänderungen, wie die Änderungen (166) der Anfangsphasen, deren r mit jenen in (167) gleichgeltend sind, nur bewirken sie wegen Umkehrung der Richtung sämmtlicher Coordinatgeschwindigkeiten, dass die Schwingungscurve im entgesetzten Sinne vom schwingenden Punkte durchwandert wird.

§. 8.

Specieller Fall.

Um die vorgetragene Theorie der Schwingungscurven durch ein Beispiel zu erläutern, wollen wir die Schwingungscurve, welcher drei elementare Schwingungen zu Grunde liegen, näher betrachten.

Die Coordinaten des der Zeit t entsprechenden Punktes der Curve sind

$$x_1 = a_1 \cos 2\pi \frac{t + t_1}{T_1},$$
$$x_2 = a_2 \cos 2\pi \frac{t + t_2}{T_2},$$
$$x_3 = a_3 \cos 2\pi \frac{t + t_3}{T_3},$$

und die derselben Zeit entsprechenden Coordinatgeschwindigkeiten des schwingenden Punktes

$$v_1 = - c_1 \sin 2\pi \frac{t + t_1}{T_1},$$
$$v_2 = - c_2 \sin 2\pi \frac{t + t_2}{T_2}, \qquad (170)$$
$$v_3 = - c_3 \sin 2\pi \frac{t + t_3}{T_3}.$$

Die Curve ist ein endlicher, geschlossener Linienzug, der vom schwingenden Punkte in der Zeit

$$T, \qquad (171)$$

und im durch (170) angegebenen Sinne einmal umlaufen wird. Dieselbe ist, wenn von den Schwingungszahlen

$$(1),\ (2),\ (3) \tag{172}$$

zweie gerad sind, in Bezug auf ihre Projection auf die Coordinatebene, auf welche sich diese geraden Schwingungszahlen beziehen, wenn nur Eine gerad ist, in Bezug auf ihre Projection auf die Coordinataxe, auf welche sich diese gerade Schwingungszahl bezieht, und wenn keine gerad ist, in Bezug auf ihre Projection auf den Coordinatursprung symmetrisch. Im letzten der genannten Fälle besitzt dieselbe einen Mittelpunkt im Ursprunge der Coordinaten.

Die Projection der Schwingungscurve auf die Coordinatebene $x_{\underline{a}}$ wird von der Projection des schwingenden Punktes in der Zeit

$$T_{\underline{a}}$$

einmal, also in der Zeit (171), $(\underline{a})$mal umlaufen. Dieselbe ist, wenn von den Schwingungszahlen

$$(b)_{\underline{a}},\ (c)_{\underline{a}} \tag{173}$$

Eine gerad ist, in Bezug auf ihre Projection auf die Coordinataxe, auf welche sich diese gerade Schwingungszahl bezieht, und wenn keine gerad ist, in Bezug auf ihre Projection auf den Coordinatursprung symmetrisch. Im letzten der genannten Fälle besitzt dieselbe einen Mittelpunkt im Ursprunge der Coordinaten.

Die Schwingungscurve ist in Bezug auf sich selbst eine besondere, wenn die Anfangsphasen die Werthformen

$$t_1 = \mathfrak{r}_1 \frac{T_1}{4} + t_0,\ t_2 = \mathfrak{r}_2 \frac{T_2}{4} + t_0,\ t_3 = \mathfrak{r}_3 \frac{T_3}{4} + t_0$$

besitzen, und zwar ist sie zusammenfallend, wenn die $\mathfrak{r}$ entweder alle gerad, oder mit den Schwingungszahlen (172) gleichgeltend sind, hingegen doppelt symmetrisch, wenn die $\mathfrak{r}$ anders beschaffene ganze Zahlen sind. Bei einer der betreffenden besonderen Schwingungscurve entsprechenden natürlichen Zeitzählung sind die Anfangsphasen der zusammenfallenden Schwingungscurve

$$t_1 = \iota_1 \frac{T_1}{2}, \; t_2 = \iota_2 \frac{T_2}{2}, \; t_3 = \iota_3 \frac{T_3}{2},$$

und der doppelt symmetrischen

$$t_1 = \iota_1 \frac{T_1}{4}, \; t_2 = \iota_2 \frac{T_2}{4}, \; t_2 = \iota_3 \frac{T_3}{4},$$

wo für die zusammenfallende Schwingungscurve die ι beliebige ganze Zahlen sind.

Die Schwingungscurve ist in Bezug auf ihre Projection auf die Coordinatebene $x_{\underline{a}}$ eine besondere, wenn die Anfangsphasen t_b und t_c die Werthformen

$$t_b = \iota_b \frac{T_b}{4} + t_0, \; t_c = \iota_c \frac{T_c}{4} + t_0$$

besitzen, und zwar ist diese Projection zusammenfallend, wenn die ι entweder beide gerad, oder mit den Schwingungszahlen (173) gleichgeltend sind, hingegen doppelt symmetrisch, wenn die ι anders beschaffene ganze Zahlen sind. Bei einer der betreffenden besonderen Projection entsprechenden natürlichen Zeitzählung sind die Anfangsphasen der zusammenfallenden Projection

$$t_b = \iota_b \frac{T_b}{2}, \; t_c = \iota_c \frac{T_c}{2},$$

und der doppelt symmetrischen

$$t_b = \iota_b \frac{T_b}{4}, \; t_c = \iota_c \frac{T_c}{4},$$

wo für die zusammenfallende Projection die ι beliebige ganze Zahlen sind.

Einem bestimmten Punkte der $\underline{a}$-Schwingungscurve gehören, wenn diese Projection nicht zusammenfallend ist,

$$(\underline{a}),$$

und wenn sie zusammenfallend ist, ohne dass die Schwingungscurve selbst es ist,

$$2(\underline{a}),$$

und einem bestimmten Punkte der a-Schwingungscurve, wenn die Schwingungscurve selbst nicht zusammenfallend ist

$$2(a)$$

verschiedene Punkte der Schwingungscurve im Allgemeinen an. Die ersteren liegen in einer a-Schwingungscurve, die letzteren in einer $\underline{a}$-Schwingungscurve, und zwar gleichzeitig in $2(a)_{\underline{b}}$, b-Schwingungscurven, deren jede ihrer $(\underline{b})$ enthält, oder in $(a)_{\underline{b}}$, b-Schwingungscurven, deren jede ihrer $2(\underline{b})$ aufnimmt, je nachdem die $\underline{b}$-Schwingungscurve nicht zusammenfallend, oder zusammenfallend ist, und in $2(a)_{\underline{c}}$, c-Schwingungscurven, deren jede ihrer $(\underline{c})$ enthält, oder in $(a)_{\underline{c}}$, c-Schwingungscurven, deren jede ihrer $2(\underline{c})$ besitzt, je nachdem die $\underline{c}$-Schwingungscurve nicht zusammenfallend, oder zusammenfallend ist. Wenn die Schwingungscurve selbst zusammenfallend ist, so gehören einem bestimmten Punkte der $\underline{a}$-Schwingungscurve

$$(\underline{a}),$$

und einem bestimmten Punkte der a-Schwingungscurve

$$(a)$$

verschiedene Punkte der Schwingungscurve im Allgemeinen an. Die ersteren liegen in einer a-Schwingungscurve, und die letzteren in einer $\underline{a}$-Schwingungscurve, und zwar gleichzeitig in $(\underline{a})_b$, b-Schwingungscurven, deren jede ihrer $(\underline{b})$ enthält, und in $(a)_{\underline{c}}$, c-Schwingungscurven, deren jede ihrer $(\underline{c})$ besitzt.

Die Schwingungscurve überhaupt besitzt die a-Punkte

$$
\begin{aligned}
x_a &= (-1)^{\iota} \cdot a_a \cos\pi \frac{\iota(a)}{z}, \\
x_b &= a_b \cos\pi \left(\frac{2t_b}{T_b} + \frac{\iota(b)}{z}\right), \qquad (174) \\
x_c &= a_c \cos\pi \left(\frac{2t_c}{T_c} + \frac{\iota(c)}{z}\right),
\end{aligned}
$$

worin

$$\mathfrak{t}_a \frac{T_a}{2}, \; t_b, \; t_c$$

die Anfangsphasen der a-, b-, und c-Schwingung bei einer der a-Schwingungscurve entsprechenden natürlichen Zeitzählung vorstellen, und

$$z = (\underline{a})(a)$$

ist.

Einem bestimmten, auf einen a-Punkt sich beziehenden Punkte der $\underline{a}$-Schwingungscurve gehören, wenn $(\underline{a})$ ungerad ist,

$$\frac{(\underline{a}) + 1}{2},$$

und wenn $(\underline{a})$ gerad ist,

$$\frac{(\underline{a})}{2} + 1 \text{ oder } \frac{(\underline{a})}{2},$$

je nachdem der genommene Punkt der $\underline{a}$-Schwingungscurve einem geraden, oder ungeraden $\mathfrak{t}$ entspricht, und einem bestimmten, auf einen $\underline{a}$-Punkt sich beziehenden Punkte der a-Schwingungscurve

$$(a)$$

verschiedene Punkte der Schwingungscurve an.

Die Punkte (174) theilen sich ein in a-Gipfel

$$\begin{aligned} x_a &= (-1)^{\mathfrak{t}_a + \mathfrak{t}} a_a, \\ x_b &= a_b \cos \pi \left(\frac{2t_b}{T_b} + \frac{\mathfrak{t}(b)}{z'}\right), \\ x_c &= a_c \cos \pi \left(\frac{2t_c}{T_c} + \frac{\mathfrak{t}(c)}{z'}\right), \end{aligned}$$

wo

$$z' = (a),$$

und in a-Knoten

$$\begin{aligned} x_a &= (-1)^{\mathfrak{t}_a} a_a \cos \pi \frac{\mathfrak{t}(a)}{z}, \\ x_b &= a_b \cos \pi \left(\frac{2t_b}{T_b} + \frac{\mathfrak{t}(b)}{z}\right), \quad \{(\underline{a})\} \\ x_c &= a_c \cos \pi \left(\frac{2t_c}{T_c} + \frac{\mathfrak{t}(c)}{z}\right). \end{aligned}$$

In jedem der ersteren erhält nur die Coordinate

$$x_a$$

einen Maximal- oder Minimalwerth, und die Schwingungscurve Eine Tangente, welche zu ihrer Projection auf die Coordinatebene

$$x_{\underline{a}} \qquad (175)$$

parallel ist, in jedem der letzteren erhält keine Coordinate einen Maximal- oder Minimalwerth, und die Schwingungscurve 2 verschiedene Tangenten, welche gegen eine Parallele zu ihrer Projection auf die Coordinatebene (175) symmetrisch sind. Der ersteren Punkte gibt es

$$2(a),$$

der letzteren

$$[(\underline{a})-1](a),$$

aller zusammen

$$[(\underline{a})+1](a)$$

verschiedene.

Die Anzahl aller verschiedenen Gipfel ist

$$2(1)+2(2)+2(3),$$

die Anzahl aller verschiedenen Knoten

$$[(\underline{1})-1](1)+[(\underline{2})-1](2)+[(\underline{3})-1](3),$$

die Anzahl aller verschiedenen besonderen Punkte

$$[(\underline{1})+1](1)+[(\underline{2})+1](2)+[(\underline{3})+1](3).$$

Wenn die Projection der Schwingungscurve auf die Coordinatebene $x_{\underline{a}}$ zusammenfallend ist, ohne dass die Schwingungscurve selbst es ist, so kommen in ihr ausser den eben genannten besonderen Punkten, auch noch $\underline{a}$-Punkte, und sonst keine anderen besonderen Punkte vor.

Die $\underline{a}$-Punkte sind

$$\begin{aligned} x_b &= (-1)^{\tau_b}\, a_b \cos\pi \frac{\tau(b)}{z}, \\ x_c &= (-1)^{\tau_c}\, a_c \cos\pi \frac{\tau(c)}{z}, \\ x_a &= a_a \cos\pi \left(\frac{2t_a}{T_a} + \frac{\tau(a)}{z}\right), \end{aligned} \tag{176}$$

worin

$$\tau_b \frac{T_b}{2}, \quad \tau_c \frac{T_c}{2}, \quad t_a$$

die Anfangsphasen der b-, c-, und a-Schwingung bei einer der $\underline{a}$-Schwingungscurve entsprechenden natürlichen Zeitzählung vorstellen und

$$z = (a)(\underline{a})$$

ist.

Einem bestimmten, auf einen $\underline{a}$-Punkt sich beziehenden Punkte der a-Schwingungscurve gehören, wenn (a) ungerad ist,

$$\frac{(a)+1}{2},$$

und wenn (a) gerad ist,

$$\frac{(a)}{2} + 1 \text{ oder } \frac{(a)}{2},$$

je nachdem der genommene Punkt der a-Schwingungscurve einem geraden oder ungeraden τ entspricht, und einem bestimmten, auf einen $\underline{a}$-Punkt sich beziehenden Punkte der $\underline{a}$-Schwingungscurve

$$(\underline{a})$$

verschiedene Punkte der Schwingungscurve an.

Die Punkte (176) theilen sich ein in $\underline{a}$-Gipfel

$$\begin{aligned} x_b &= (-1)^{\tau_b + \tau(b)'}\, a_b, \\ x_c &= (-1)^{\tau_c + \tau(c)'}\, a_c, \\ x_a &= a_a \cos\pi \left(\frac{2t_a}{T_a} + \frac{\tau(a)}{z'}\right), \end{aligned}$$

wo

$$z' = (\underline{a}),$$

$$(b') = \frac{(b)}{z'},$$

$$(c') = \frac{(c)}{z'},$$

und $\underline{a}$-Knoten

$$x_b = (-1)^{\varkappa_b} a_b \cos\pi \frac{\iota(b)}{z},$$

$$x_c = (-1)^{\varkappa_c} a_c \cos\pi \frac{\iota(c)}{z}, \qquad \{(a)\}$$

$$x_a = a_a \cos\pi \left(\frac{2t_a}{T_a} + \frac{\iota(a)}{z}\right).$$

In jedem der ersteren, als $\underline{a}$-Punkte erhält jede der Coordinaten

$$x_b, x_c \tag{177}$$

einen **Maximal-** oder Minimalwerth, und die Schwingungscurve Eine Tangente, welche zu ihrer Projection auf die Coordinataxe

$$x_a \tag{178}$$

parallel ist; in jedem der letzteren, als $\underline{a}$-Punkte erhält nicht jede der Coordinaten (177) einen Maximal- oder Minimalwerth, und die Schwingungscurve 2 verschiedene Tangenten, welche gegen eine Parallele zu ihrer Projection auf die Coordinataxe (178) symmetrisch sind. Der ersteren Punkte gibt es

$$2(\underline{a}),$$

der letzteren

$$[(a) - 1](\underline{a}),$$

aller zusammen

$$[(a) + 1](\underline{a})$$

verschiedene.

Die besonderen Punkte der betrachteten Schwingungscurve, welche sich auf besondere Zeiger beziehen, verbinden sich zu 2-fachen und 2^2-fachen Punkten.

Die 2-fachen Punkte sind b-Punkte, c-Punkte und $\underline{a}$-Punkte. Die ersteren sind

$$\left.\begin{aligned} x_b &= (-1)^{\chi_b} a_b \cos\pi \frac{\iota(b)}{z}, \\ x_c &= (-1)^{\chi_c} a_c \cos\pi \frac{\iota(c)}{z}, \\ x_a &= a_a \cos\pi \left(\frac{2t_a}{T_a} + \frac{\iota(a)}{z}\right), \end{aligned}\right\} \left\{\frac{(\underline{b})}{(\underline{c})(\underline{a})}\right\} \tag{179}$$

wo

$$z = (\underline{b})(b),$$

die zweiten

$$\left.\begin{aligned} x_c &= (-1)^{\chi_c} a_c \cos\pi \frac{\iota(c)}{z}, \\ x_b &= (-1)^{\chi_b} a_b \cos\pi \frac{\iota(b)}{z}, \\ x_a &= a_a \cos\pi \left(\frac{2t_a}{T_a} + \frac{\iota(a)}{z}\right), \end{aligned}\right\} \left\{\frac{(c)}{(\underline{a})(\underline{b})}\right\} \tag{180}$$

wo

$$z = (\underline{c})(c),$$

und die dritten

$$\left.\begin{aligned} x_b &= (-1)^{\chi_b} a_b \cos\pi \frac{\iota(b)}{z}, \\ x_c &= (-1)^{\chi_c} a_c \cos\pi \frac{\iota(c)}{z}, \\ x_a &= a_a \cos\pi \left(\frac{2t_a}{T_a} + \frac{\iota(a)}{z}\right), \end{aligned}\right\} \left\{\frac{(a)}{(\underline{b})(\underline{c})}\right\} \tag{181}$$

wo

$$z = (a)(\underline{a}).$$

Die Punkte (179) theilen sich ein in b-Gipfel

$$x_b = (-1)^{\mathfrak{r}_b + \mathfrak{r}} a_b, \qquad x_c = (-1)^{\mathfrak{r}_c} a_c \cos \pi \frac{\mathfrak{r}(c)}{z'}, \qquad x_a = a_a \cos \pi \left(\frac{2t_a}{T_a} + \frac{\mathfrak{r}(a)}{z'} \right), \qquad \left\{ \frac{(b)}{(\underline{c})(\underline{a})} \right\}$$

wo

$$z' = (b),$$

und b-Knoten

$$x_b = (-1)^{\mathfrak{r}_b} a_b \cos \pi \frac{\mathfrak{r}(b)}{z}, \qquad x_c = (-1)^{\mathfrak{r}_c} a_c \cos \pi \frac{\mathfrak{r}(c)}{z}, \qquad x_a = a_a \cos \pi \left(\frac{2t_a}{T_a} + \frac{\mathfrak{r}(a)}{z} \right). \qquad \left\{ \frac{(b)^1}{(\underline{c})(\underline{a})} \atop (\underline{b}) \right\}$$

Der ersteren gibt es

$$2 \left[(b) - (\underline{c})(\underline{a}) \right],$$

der letzteren

$$\left[(\underline{b}) - 1 \right] \left[(b) - (\underline{c})(\underline{a}) \right],$$

aller zusammen

$$\left[(\underline{b}) + 1 \right] \left[(b) - (\underline{c})(\underline{a}) \right]$$

verschiedene.

Die Punkte (180) theilen sich ein in c-Gipfel

$$x_c = (-1)^{\mathfrak{r}_c + \mathfrak{r}} a_c, \qquad x_b = (-1)^{\mathfrak{r}_b} a_b \cos \pi \frac{\mathfrak{r}(b)}{z'}, \qquad x_a = a_a \cos \pi \left(\frac{2t_a}{T_a} + \frac{\mathfrak{r}(a)}{z'} \right), \qquad \left\{ \frac{(c)}{(\underline{a})(\underline{b})} \right\}$$

wo

$$z' = (c),$$

und c-Knoten

$$x_c = (-1)^{\varkappa_c} a_c \cos\pi \frac{\iota(c)}{z},$$
$$x_b = (-1)^{\varkappa_b} a_b \cos\pi \frac{\iota(b)}{z},$$
$$x_a = a_a \cos\pi \left(\frac{2t_a}{T_a} + \frac{\iota(a)}{z}\right). \qquad \left\{\frac{(c)}{(\underline{a})(\underline{b})} \atop (\underline{c})\right\}$$

Der ersteren gibt es

$$2\left[(c) - (\underline{b})(\underline{a})\right],$$

der letzteren

$$\left[(\underline{c}) - 1\right]\left[(c) - (\underline{b})(\underline{a})\right],$$

aller zusammen

$$\left[(\underline{c}) + 1\right]\left[(c) - (\underline{b})(\underline{a})\right]$$

verschiedene.

Die Punkte (181) sind blos $\underline{a}$-Knoten,

$$\left[(a) - (\underline{b})(\underline{c})\right](\underline{a})$$

verschiedene an der Zahl.

Die 2^2-fachen Punkte sind b-, c-Punkte, und zwar

$$x_b = (-1)^{\varkappa_b} a_b \cos\pi \frac{\iota(b)}{z},$$
$$x_c = (-1)^{\varkappa_c} a_c \cos\pi \frac{\iota(c)}{z}, \qquad (182)$$
$$x_a = a_a \cos\pi \left(\frac{2t_a}{T_a} + \frac{\iota(a)}{z}\right),$$

wo

$$z = (\underline{b})(\underline{c})(\underline{a}).$$

Die Punkte (182) theilen sich ein in b-, c-Gipfel

$$x_b = (-1)^{\varkappa_b + \iota(b)''} a_b,$$
$$x_c = (-1)^{\varkappa_c + \iota(c)''} a_c,$$
$$x_a = a_a \cos\pi \left(\frac{2t_a}{T_a} + \frac{\iota(a)}{z''}\right),$$

wo

$$z'' = (\underline{a}),$$
$$(b)'' = \frac{(b)}{z''},$$
$$(c)'' = \frac{(c)}{z''},$$

b-Gipfel-*c*-Knoten

$$\left.\begin{aligned} x_b &= (-1)^{\tau_b + \tau(b)'} a_b, \\ x_c &= (-1)^{\tau_c} a_c \cos \pi \frac{\tau(c)}{z'}, \\ x_a &= a_a \cos \pi \left(\frac{2t_a}{T_a} + \frac{\tau(a)}{z'} \right), \end{aligned}\right\} \qquad \{(\underline{c})\}$$

wo

$$z' = (\underline{c})(\underline{a}),$$
$$(b)' = \frac{(b)}{z'};$$

c-Gipfel-*b*-Knoten

$$\left.\begin{aligned} x_c &= (-1)^{\tau_c + \tau(c)'} a_c, \\ x_b &= (-1)^{\tau_b} a_b \cos \pi \frac{\tau(b)}{z'}, \\ x_a &= a_a \cos \pi \left(\frac{2t_a}{T_a} + \frac{\tau(a)}{z'} \right), \end{aligned}\right\} \qquad \{(\underline{b})\}$$

wo

$$z' = (\underline{b})(\underline{a}),$$
$$(c)' = \frac{(c)}{z'},$$

und *b*-, *c*-Knoten

$$\begin{aligned} x_b &= (-1)^{\tau_b} a_b \cos \pi \frac{\tau(b)}{z}, \\ x_c &= (-1)^{\tau_c} a_c \cos \pi \frac{\tau(c)}{z}, \\ x_a &= a_a \cos \pi \left(\frac{2t_a}{T_a} + \frac{\tau(\underline{a})}{z} \right). \end{aligned} \qquad \left\{ \begin{matrix} (\underline{b}) \\ (\underline{c}) \end{matrix} \right\}$$

In jedem der ersten erhält jede der Coordinaten

$$x_b, \; x_c \tag{183}$$

einen Maximal- oder Minimalwerth, und die Schwingungscurve Eine Tangente, welche zu ihrer Projection auf die Coordinataxe

$$x_a \tag{184}$$

parallel ist; in jedem der zweiten erhält nur die erste der Coordinaten (183) einen Maximal- oder Minimalwerth, und die Schwingungscurve 2 verschiedene Tangenten, von welchen eine jede zu ihrer Projection auf die Coordinatebene

$$\underline{x_b} \tag{185}$$

parallel ist, und beide gegen eine Parallele zu ihrer Projection auf die Coordinataxe (184) symmetrisch sind; in jedem der dritten erhält nur die zweite der Coordinaten (183) einen Maximal- oder Minimalwerth, und die Schwingungscurve 2 verschiedene Tangenten, von welchen eine jede zu ihrer Projection auf die Coordinatebene

$$\underline{x_c} \tag{186}$$

parallel ist, und beide gegen eine Parallele zu ihrer Projection auf die Coordinataxe (184) symmetrisch sind, und in jedem der vierten erhält keine Coordinate einen Maximal- oder Minimalwerth, und die Schwingungscurve 2^2 verschiedene Tangenten, von welchen je zwei gegen eine Parallele zu ihrer Projection auf die zugehörige der Coordinatebenen (185) (186), so wie der Coordinataxe (184) symmetrisch sind. Der ersten gibt es

$$2(\underline{a}),$$

der zweiten

$$[(\underline{c})-1](\underline{a}),$$

der dritten

$$[(b)-1](a),$$

der vierten

$$2^{-1}\left[(\underline{b})-1\right]\left[(\underline{c})-1\right](\underline{a}),$$

aller zusammen

$$2^{-1}\left[(\underline{b})+1\right]\left[(\underline{c})+1\right](\underline{a})$$

verschiedene.

Wenn die Schwingungscurve selbst zusammenfallend ist, so besitzt sie ihrer Besonderheit zufolge in jedem ihrer Punkte einen 2-fachen Punkt mit 2 Tangenten von gerade entgegengesetzter Richtung.

Die besonderen Punkte der betrachteten Schwingungscurve verbinden sich zu 2^2-fachen und 2^3-fachen Punkten.

Die 2^2-fachen sind a-, $\underline{a}$-Punkte, und zwar

$$\left.\begin{aligned} x_1 &= (-1)^{\tau_1} a_1 \cos\pi\,\frac{\tau(1)}{z}, \\ x_2 &= (-1)^{\tau_2} a_2 \cos\pi\,\frac{\tau(2)}{z}, \\ x_3 &= (-1)^{\tau_3} a_3 \cos\pi\,\frac{\tau(3)}{z}, \end{aligned}\right\} \quad \left\{\frac{(a)}{(\underline{b})(\underline{c})}\right\} \tag{187}$$

worin

$$\tau_1\frac{T_1}{2},\ \tau_2\frac{T_2}{2},\ \tau_3\frac{T_3}{2}$$

die Anfangsphasen der 1-, 2- und 3-Schwingung bei einer der betrachteten Schwingungscurve entsprechenden natürlichen Zeitzählnng vorstellen, und

$$z=(\underline{a})(a)$$

ist.

Die Punkte (187) theilen sich ein in a-Gipfel- $\underline{a}$-Knoten

$$\begin{aligned} x_a &= (-1)^{\tau_a+\tau} a_a, \\ x_b &= (-1)^{\tau_b} a_b \cos\pi\,\frac{\tau(b)}{z'}, \\ x_c &= (-1)^{\tau_c} a_c \cos\pi\,\frac{\tau(c)}{z'}, \end{aligned} \quad \left\{\frac{(a)}{(\underline{b})(\underline{c})}\right\}$$

wo

$$z'=(a);$$

und a-, $\underline{a}$-Knoten

$$x_1 = (-1)^{\mathfrak{t}_1} a_1 \cos\pi \frac{\mathfrak{t}(1)}{z}, \quad x_2 = (-1)^{\mathfrak{t}_2} a_2 \cos\pi \frac{\mathfrak{t}(2)}{z}, \quad x_3 = (-1)^{\mathfrak{t}_3} a_3 \cos\pi \frac{\mathfrak{t}(3)}{z}. \qquad \left\{\frac{(a)}{(\underline{b})(\underline{c})}\right\} \quad \left\{(\underline{a})\right\}.$$

In jedem der ersteren erhält nur die Coordinate

$$x_a$$

einen Maximal- oder Minimalwerth, und die Schwingungscurve 2 verschiedene Tangenten, von welchen eine jede zu ihrer Projection auf die Coordinatebene

$$x_{\underline{a}} \tag{188}$$

parallel ist, und beide gegen eine Parallele zu ihrer Projection auf die Coordinataxe

$$x_a \tag{189}$$

so wie auf den Coordinatursprung symmetrisch sind, welche daher ein Paar bilden, das gerade entgegengesetzte Richtungen besitzt; in jedem der letzteren erhält keine der Coordinaten einen Maximal- oder Minimalwerth, und die Schwingungscurve 2^2 verschiedene Tangenten, von welchen je zwei gegen eine Parallele auf die zugehörige der Coordinatebene (188) und der Coordinataxe (189), so wie auf den Coordinatursprung symmetrisch sind, welche daher 2 Paare bilden, von denen jedes gerade entgegengesetzte Richtungen besitzt. Der ersteren gibt es

$$(a) - (\underline{b})(\underline{c}),$$

der letzteren

$$2^{-1}\left[(\underline{a}) - 1\right]\left[(a) - (\underline{b})(\underline{c})\right],$$

aller zusammen

$$2^{-1}\left[(\underline{a}) + 1\right]\left[(a) - (\underline{b})(\underline{c})\right]$$

verschiedene.

Die 2^3-fachen Punkte sind 1-, 2-, 3-Punkte, und zwar

$$
\begin{aligned}
x_1 &= (-1)^{\tau_1} a_1 \cos\pi \frac{\tau(1)}{z}, \\
x_2 &= (-1)^{\tau_2} a_2 \cos\pi \frac{\tau(2)}{z}, \\
x_3 &= (-1)^{\tau_3} a_3 \cos\pi \frac{\tau(3)}{z},
\end{aligned}
\tag{190}
$$

wo

$$z = (\underline{1})(\underline{2})(\underline{3}).$$

Die Punkte (190) theilen sich ein in 1-, 2-, 3-Gipfel

$$
\begin{aligned}
x_1 &= (-1)^{\tau_1 + \tau(1)} a_1, \\
x_2 &= (-1)^{\tau_2 + \tau(2)} a_2, \\
x_3 &= (-1)^{\tau_3 + \tau(3)} a_3,
\end{aligned}
$$

b-, *c*-Gipfel- *a*-Knoten

$$
\begin{aligned}
x_b &= (-1)^{\tau_b + \tau(b'')} a_b, \\
x_c &= (-1)^{\tau_c + \tau(c'')} a_c, \qquad \{(\underline{a})\} \\
x_a &= (-1)^{\tau_a} a_a \cos\pi \frac{\tau(a)}{z''},
\end{aligned}
$$

wo

$$
\begin{aligned}
z'' &= (\underline{a}), \\
(b'') &= \frac{(b)}{z''}, \\
(c'') &= \frac{(c)}{z''},
\end{aligned}
$$

a-Gipfel- *b*-, *c*-Knoten

$$
\begin{aligned}
x_a &= (-1)^{\tau_a + \tau(a')} a_a, \\
x_b &= (-1)^{\tau_b} a_b \cos\pi \frac{\tau(b)}{z'}, \qquad \left\{ \begin{matrix} (\underline{b}) \\ (\underline{c}) \end{matrix} \right\} \\
x_c &= (-1)^{\tau_c} a_c \cos\pi \frac{\tau(c)}{z'},
\end{aligned}
$$

wo

$$
\begin{aligned}
z' &= (\underline{b})(\underline{c}), \\
(a') &= \frac{(a)}{z'},
\end{aligned}
$$

und 1-, 2-, 3-Knoten

$$\left.\begin{aligned} x_1 &= (-1)^{\mathfrak{t}_1} a_1 \cos \pi \frac{\mathfrak{t}(1)}{z}, \\ x_2 &= (-1)^{\mathfrak{t}_2} a_2 \cos \pi \frac{\mathfrak{t}(2)}{z}, \\ x_3 &= (-1)^{\mathfrak{t}_3} a_3 \cos \pi \frac{\mathfrak{t}(3)}{z}. \end{aligned}\right\} \qquad \left\{\begin{matrix} (\underline{1}) \\ (\underline{2}) \\ (\underline{3}) \end{matrix}\right\}$$

In jedem der ersten, welche die Hörner der betrachteten Schwingungscurve bilden, erhält jede der Coordinaten einen Maximal- oder Minimalwerth, und die Schwingungscurve eine Tangente von unbestimmter Richtung; in jedem der zweiten erhält nur jede der Coordinaten

$$x_b, \; x_c$$

einen Maximal- oder Minimalwerth, und die Schwingungscurve 2 verschiedene Tangenten, von welchen eine jede zu ihrer Projection auf die Coordinataxe

$$x_a$$

parallel ist, und beide gegen eine Parallele zu ihrer Projection auf die Coordinatebene

$$x_{\underline{a}}$$

so wie auf den Coordinatursprung symmetrisch sind, welche daher ein Paar bilden, das gerad entgegengesetzte Richtungen besitzt; in jedem der dritten erhält nur die Coordinate

$$x_a$$

einen Maximal- oder Minimalwerth, und die Schwingungscurve 2^2 verschiedene Tangenten, von welchen eine jede zu ihrer Projection auf die Coordinatebene

$$x_{\underline{a}}$$

parallel ist, und je zwei gegen eine Parallele zu ihrer Projection auf die zugehörige der Coordinatebenen

$$x_{\underline{b}}, \; x_{\underline{c}},$$

so wie der Coordinataxe

$$x_a,$$

oder auf den Coordinatursprung symmetrisch sind, welche daher 2 Paare bilden, von denen jedes gerad entgegengesetzte Richtungen besitzt; in jedem der vierten erhält keine der Coordinaten einen Maximal- oder Minimalwerth, und die Schwingungscurve 2^3 verschiedene Tangenten, von welchen je zwei gegen eine Parallele zu ihrer Projection auf die zugehörige der Coordinatebenen

$$x_{\underline{1}},\ x_{\underline{2}},\ x_3,$$

so wie der Coordinataxen

$$x_1,\ x_2,\ x_3,$$

oder auf den Coordinatursprung symmetrisch sind, welche daher 2^2 Paare bilden, von denen jedes gerad entgegengesetzte Richtungen besitzt. Der ersten gibt es

$$2,$$

der zweiten

$$(\underline{a})-1,$$

der dritten

$$2^{-1}[(\underline{b})-1][(\underline{c})-1],$$

der vierten

$$2^{-2}[(\underline{1})-1][(\underline{2})-1][(\underline{3})-1],$$

aller zusammen

$$2^{-3}[(\underline{1})+1][(\underline{2})+1][(\underline{3})+1]$$

verschiedene.

Was die Anzahl der Arten der mehrfachen Punkte anbelangt, so besitzt die Schwingungscurve überhaupt

$$\frac{1}{1!}(2^1-1)=1$$

Art der 2-fachen Punkte, welche dem Zeiger a entsprechen, die

Schwingungscurve, deren Projection auf die Coordinatebene $x_{\underline{a}}$ zusammenfallend ist, ohne dass die Schwingungscurve selbst es ist

$$\frac{1}{1!}(2^2-1)=3$$

Arten der 2-fachen, und

$$\frac{1}{2!}[3^2-\binom{2}{1}2^2+1]=1$$

Art der 2^2-fachen Punkte, welche den besonderen Zeigern b, c entsprechen, und die zusammenfallende Schwingungscurve

$$\frac{1}{1!}(2^2-1)=3$$

Arten der 2^2-fachen, und

$$\frac{1}{2!}[3^2-\binom{2}{1}2^2+1]=1$$

Art der 2^3-fachen Punkte.

Zuwächse der Anfangsphasen, welche den Formen

$$\Delta t_1=r_1\frac{T_1}{2}+t_0,\ \ \Delta t_2=r_2\frac{T_2}{2}+t_0,\ \ \Delta t_3=r_3\frac{T_3}{2}+t_0 \quad (191)$$

angehören, ändern die Gestalt der Schwingungscurve nicht, wenn die r entweder alle gerad, oder mit den Schwingungszahlen

$$(1), (2), (3)$$

gleichgeltend sind; im entgegengesetzten Falle verwandeln sie die Schwingungscurve in ihre Symmetriecurve in Bezug auf ihre Projection auf denjenigen Coordinatraum, auf welchen sich die geraden der r beziehen. In der doppelt symmetrischen Schwingungscurve, deren Anfangsphasen

$$t_1=\tau_1\frac{T_1}{4},\ \ t_2=\tau_2\frac{T_2}{4},\ \ t_3=\tau_3\frac{T_3}{4}$$

sind, ändern überdies diejenigen Zuwächse (191) der Anfangsphasen die Gestalt der Curve nicht, deren r mit den Zahlen

$$\tau_1, \tau_2, \tau_3,$$

oder mit den folgenden

$$\tau_1 + (1), \tau_2 + (2), \tau_3 + (3)$$

gleichgeltend sind.

Jeder Schwingungscurve ordnen sich im Allgemeinen

$$2^2 - 1 = 3$$

verwandte symmetrische zu, deren Anfangsphasen von jenen der ersteren um Werthe von den Formen (191) verschieden sind; der doppelt symmetrischen ordnen sich nur

$$2^1 - 1 = 1$$

verwandte symmetrische zu.

Zuwächse der Anfangsphasen, welche den Formen

$$\Delta t_1 = r_1 \frac{T_1}{2} - 2t_1 + t_0, \ \Delta t_2 = r_2 \frac{T_2}{2} - 2t_2 + t_0, \quad \Delta t_3 = r_3 \frac{T_3}{2} - 2t_3 + t_0 \tag{192}$$

angehören, ertheilen der Schwingungscurve dieselben Gestaltsänderungen, wie die Zuwächse (191) der Anfangsphasen, deren r mit jenen in (192) gleichgeltend sind, nur bewirken sie, dass die Schwingungscurve vom schwingenden Punkte im entgegengesetzten Sinne durchwandert wird[1].

---

[1] Eine umständliche, auf denselben Principien beruhende „Theorie der Schwingungscurven, denen zwei elementare Schwingungen zu Grunde liegen", habe ich in den „Jahresberichten des technischen Vereines in Lemberg" vom J. 1867 veröffentlichet.

Bericht über die von den Herren: Director C. Bruhns, Director W. Förster, Prof. E. Weiss ausgeführten Bestimmungen der Meridiandifferenzen Berlin—Wien—Leipzig.

Von **Karl v. Littrow,**
wirklichem Mitgliede der k. Akademie der Wissenschaften.

(Auszug einer am 11. April 1872 für die Denkschriften vorgelegten Abhandlung.)

Im Anschlusse an die für die Europäische Gradmessung im J. 1864 durchgeführte, der k. Akademie am 20. Juli 1871 vorgelegte [1] Bestimmung der Breite und des Azimuthes auf dem Laaer Berge bei Wien wird hier die im J. 1865 unternommene Bestimmung der geographischen Länge desselben Feldobservatoriums gegen Leipzig und Berlin mitgetheilt.

Die Messung geschah auf telegraphischem Wege in Bezug auf Leipzig durch die sogenannte Coïncidenzmethode, hinsichtlich Berlins durch diese und eine zweite, von Dir. Förster vorgeschlagene, hier zuerst angewendete Beobachtungsart, bei welcher die Sterndurchgänge local und eine Reihe von Signalen sowohl local als in die Linie registrirt werden und man so den sehr grossen Vortheil einer ungemein kurzen Benützung der telegraphischen Leitungen erreicht. Die angewandten Instrumente waren an allen drei Stationen völlig ähnlich gebaute transportable Mittagsrohre mit Gebrochenem Fernrohre von 30‴ Öffnung aus der Werkstätte von Pistor und Martins. Die persönliche Gleichung wurde nicht durch Wechseln der Beobachter eliminirt, sondern durch unmittelbare Vergleichung derselben an demselben Instrumente bestimmt.

---

[1] Denkschriften mathem.-naturw. Cl. XXXII. Bd., Auszug Sitzungsberichte LXIV. Bd.

Es ergab sich:

Sternwarte Leipzig (Hauptpfeiler)
vom Observatorium Laaer Berg
(Pfeiler) . . . . $12^{m}2^{s}241$ W. ±0·016 w. F.
Sternwarte Berlin (Hauptpfeiler)
vom Observatorium Laaer Berg
(Pfeiler) . . . . $12^{m}1^{s}335$ W. ±0·018 „ „

Obschon die erste dieser beiden Bestimmungen ungeachtet ihres kleineren wahrscheinlichen Fehlers durch das Detail ihrer Grundlagen, namentlich durch eine bedeutende Unsicherheit der persönlichen Gleichung weniger Vertrauen erweckt als die zweite, so haben sich doch auch bei jener Bestimmung die verschiedenen Fehlerquellen äusserst glücklich ausgeglichen, wie aus Nachstehendem folgt.

Die Herren Directoren: Förster und Bruhns führten im J. 1864 eine ähnliche Operation in Bezug auf Leipzig und Berlin durch und fanden so

Sternwarte Berlin (Hauptpfeiler)
von Sternwarte Leipzig (Hauptpfeiler) . . . . $4^{m}0^{s}895$ O. ±0·020 w. F.

Aus unseren obigen Daten würde dieselbe Längendifferenz abgeleitet über Wien lauten . . . $4^{m}0^{s}906$ O. ±0·024 w. F. also nur um 0·011 und ganz innerhalb der wahrscheinlichen Fehler von der unmittelbaren Bestimmung verschieden.

Übrigens beträgt nach den Angaben des k. k. Militär-geographischen Institutes

Distanz: Laaer Berg — Wiener Sternwarte (Meridiankreis)
3093·02 Wien. Klftr. (= 5865·9 Meter)

Azimuth: Laaer Berg — Wiener Sternw. 166°6′6″0 W.

woraus folgt:

Observatorium Laaer Berg 3′4″34 südlich von Wien. Sternw.
„ „ „ $4^{s}563$ östlich „ „ „

XI. SITZUNG VOM 18. APRIL 1872.

Herr Hofrath Dr. J. Hyrtl übersendet eine für die Denkschriften bestimmte Abhandlung über „die Kopfarterien der Haifische.“

Die Direction des k. k. Gymnasiums zu Trebitsch dankt mit Zuschrift am 17. April für die Betheilung dieser Lehranstalt mit Publicationen der Classe.

Herr Director Dr. J. Stefan überreicht eine Abhandlung: „Über die dynamische Theorie der Diffusion der Gase.“

Herr Dr. L. Ritter v. Schrötter, Vorstand der Klinik für Laryngoskopie, übergibt eine „Mittheilung über ein von der Herzaction abhängiges, aus der Lungenspitze einzelner Kranker wahrnehmbares Geräusch.“

Herr Prof. Dr. S. Stern legt eine Abhandlung: „Beiträge zur Theorie der Resonanz lufthältiger Hohlräume“ vor.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Académie Imp. des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Rouen: Précis analytique des travaux pendant l'année 1869—70. Rouen & Paris, 1870; 8°.

Accademia Pontificia de' nuovi Lincei: Atti. Anno XXV, Sess. 3ª. Roma, 1872; 4°.

Akademie der Wissenschaften, Königl. Preuss., zu Berlin: Monatsbericht. Januar 1872. Berlin; 8°.

Association, The American Pharmaceutical: Proceedings at the XIXth Annual Meeting, held in St. Louis, Mo., September, 1871. Philadelphia, 1872; 8°.

Bibliothèque Universelle et Revue Suisse: Archives des Sciences physiques et naturelles. N. P. Tome XLIII, Nr. 171. Génève, Lausanne, Paris, 1872; 8°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXIV, Nr. 14. Paris, 1872; 4°.

Fleury-Flobert, Congrès scientifique d'Anvers en 1871. Rapport à l'Académie Nationale agricole, manufacturière te commerciale. Paris, 1872; 12⁰.

Gesellschaft, k. k. zoolog.-botan., in Wien: Verhandlungen. Jahrgang 1871. XXI. Band. Wien; 8⁰. — Nowicki, Max. Über die Weizenverwüsterin *Chlorops taeniopus* Meig. und die Mittel zu ihrer Bekämpfung. Wien, 1871; 8⁰. — Künstler, Gustav, Die unseren Kulturpflanzen schädlichen Insekten. Wien, 1871; 8⁰.

— österr., für Meteorologie: Zeitschrift. VII. Band, Nr. 7. Wien, 1872; 4⁰.

— zur Beförderung der gesammten Naturwissenschaften zu Marburg: Schriften. Band X. Cassel, 1871; 8⁰.

Istituto, R., Veneto di Scienze, Lettere ed Arti: Atti. Tomo I°, Serie IVᵃ, Disp. 4ᵃ. Venezia, 1871—72; 8⁰.

Journal für praktische Chemie, von H. Kolbe. N. F. Band V, 5. Heft. Leipzig, 1872; 8⁰.

Landbote, Der steirische. 5. Jahrgang, Nr. 8. Graz, 1872; 4⁰.

Landwirthschafts-Gesellschaft, k. k. in Wien: Verhandlungen und Mittheilungen. Jahrgang 1872, Nr. 9. Wien; 8⁰.

Listing, J. B., Über das Reflexionsprisma. (Nachrichten der k. Ges. d. Wiss. in Göttingen.) Göttingen, 1871; 12⁰.

Mittheilungen des k. k. techn. & administrat. Militär-Comité. Jahrgang 1872. 4. Heft. Wien; 8⁰.

— aus J. Perthes' geographischer Anstalt. 18. Band, 1872. III. Heft. Gotha; 4⁰.

Nature. Nr. 128, Vol. V. London, 1872; 4⁰.

Observatorio astronómico Arjentino: Discursos sobre su inauguracion verificada el 24 de Octubre de 1871. Buenos Aires, 1872; gr. 8⁰.

— de Marina de San Fernando: Anales. Mayo — Diciembre 1870. — Seccion 1ᵃ. Observaciones Astronomicas. San Fernando, 1871; 4⁰.

Ohrtmann, Carl, Das Problem der Tautochronen. (Jahres-Bericht über d. k. Realschule, Vorschule und Elisabethschule zu Berlin. 1872.) 4⁰.

Reichsanstalt, k. k. geologische: Verhandlungen. Jahrgang 1872, Nr. 6. Wien; 4⁰.

„Revue politique et littéraire" et „La Revue scientifique de la France et de l'étranger. I[re] Année (2[e] série) Nr. 42. Paris & Bruxelles, 1872; 4⁰.

Sangalli, Giacomo, Studj fisio-patologici sopra alcuni casi di chirurgia e d'anatomia pratica. Milano, 1871; 4⁰.

Schlagintweit-Sakünlünski, Hermann von, Untersuchungen über die Salzseen im westlichen Tibet und in Turkistán. I. Theil. (Abhdlgn. der k. bayer. Akad. d. Wiss. II. Cl. XI. Bd. 1. Abth.) München, 1871; 4⁰.

Schrauf, Albrecht, Atlas der Krystall-Formen des Mineralreiches. II. & III. Lieferung. Wien, 1872; 4⁰.

Sociedad de Naturalistas-colombianos: Catálogo de los objetos enviados a la exposicion nacional de 1871. Bogota, 1871; 8⁰. — Informe de los esploradores del territorio de San Martin. Bogota, 1871; 4⁰. — Ensayo descriptivo de las Palmas de San Martin i Casanare, por Jenaro Balderrama. Bogota, 1871; 4⁰. — Catálogo del estado S. de Antioquia. Bogota, 1871; 4⁰.

Société botanique de France: Bulletin. Tome XVIII, 1871. Revue bibliographique A. Paris; 8⁰.

— des Ingénieurs civils: Séances du 6 Octobre 1871 au 15 Mars 1872. Paris; 8⁰.

Verein, naturforschender, in Brünn: Verhandlungen. IX. Band. 1870. Brünn, 1871; 8⁰.

— Entomologischer, in Berlin: Berliner Entomologische Zeitschrift. XV. Jahrgang (1871). 2. & 3. Vierteljahrsheft; XVI. Jahrgang (1872). 1. Vierteljahrsheft. Berlin; 8⁰.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXII. Jahrgang, Nr. 15. Wien. 1872; 4⁰.

Zeitschrift für Chemie, von Beilstein, Fittig & Hübner. XIV. Jahrgang. N. F. VII. Band, 19. Heft. Leipzig, 1871; 8⁰.

— des österr. Ingenieur- & Architekten-Vereins. XXIV. Jahrgang. 4. Heft. Wien, 1872; 4⁰.

Beiträge zur Theorie der Resonanz lufthältiger Hohlräume.

Von Prof. Dr. S. Stern.

Anschliesend an die in frühern Aufsätzen [1] enthaltenen Mittheilungen möge hier über einige Beobachtungen berichtet werden, die sich auf die Resonanz der Luft in Hohlräumen beziehen. Auch hier werden gewissermassen im Hintergrunde die theoretischen Fragen erscheinen, in wiefern die freie Luft sich an der Schallbildung betheilige? und ob nicht auch die Form der Schwingungen auf die Schallstärke einen Einfluss habe? Nebenher können die anzuführenden Daten vielleicht auch noch an gewisse praktische Fragen allgemeiner Natur — abgesehen von denen der medicinischen Diagnostik — erinnern, so z. B. an die Frage des Baues grosser akustischer Räume. — Den Ausgangspunkt der vorgenommenen Untersuchung bildete die im Aufsatz II, S. 3 angeführte Thatsache, dass die Resonanz von lufthältigen Hohlräumen auch im Innern derselben sofort verschwindet, wenn ihre Mündung geschlossen wird. Um nämlich diese Thatsache eingehender zu prüfen, wurde die Resonanz einer grossen Anzahl von Gefässen von verschiedener Grösse und Form genau beobachtet, und zwar zunächst im natürlichen Zustande der Gefässe, dann aber auch während einer bis zum vollständigen Verschluss sich steigernden, allmäligen Verengerung ihrer Mündung, und schliesslich auch noch, während zwei Hohlräume in mannigfacher Weise mit einander combinirt wurden. Die Methode der Untersuchung ist die schon in frühern Aufsätzen berührte. Es dient nämlich ein Kautschukrohr von ca. 40 Cm. Länge 4—5

[1] I. „Beiträge zur Theorie des gemeinen Schalles mit Rücksicht auf die medic. Diagnostik" (Febr. 1870); II. „Über die Resonanz der Luft im freien Raume" (März 1870); III. „Beiträge zur Theorie der Resonanz fester Körper mit Rücksicht auf das Mitschwingen der Luft" (Febr. 1871).

Mm. Durchmesser im Lumen, welches an einem Ende ein Ansatzstück zum Einfügen in den äussern Gehörgang trägt, als Hörrohr. Das freie Ende dieses Rohres wird in den zu prüfenden Hohlraum gesenkt, das Ansatzstück in den äussern Gehörgang eingefügt, und nun die Tasten eines Claviers in unmittelbarer Nähe der Reihe nach angeschlagen. Sowie der Eigenton des Hohlraumes erklingt, dringt die Resonanz desselben durch das Hörrohr mächtig in's Ohr und wird sofort erkannt. — Die zur Untersuchung benützten Gefässe sind grösstentheils den gewöhnlichsten Haushaltungs-Objecten entnommen, und lassen sich ihrer Hauptform nach in einfache (cylindrische, sphäroidische, ellipsoidische etc.) und in zusammengesetzte unterscheiden; bei letztern sind zwei oder auch mehrere einfache Formen mit einander combinirt (cylinder und ellipsoid, cylinder und sphäroid etc.). Es wurden durch die directe Beobachtung eine Reihe von Thatsachen constatirt, die theils zu bestimmten Schlüssen über einzelne Bedingungen der Stärke und Dauer der Resonanz im Allgemeinen führen, theils einzelne Momente der Bildung von Schallschwingungen einigermassen zu beleuchten geeignet sind. Die zu ziehenden Schlüsse können allerdings wegen der Zufälligkeit bei der Wahl des Beobachtungsmaterials, trotz der grossen Zahl dieses letztern (es waren über 60 Gefässe), nicht den Anspruch auf Endgiltigkeit erheben, aber immerhin kömmt ihnen ein hoher Grad von Wahrscheinlichkeit zu, so dass sie mindestens zur Grundlage weiterer exacter Untersuchungen dienen können.

Vor Allem dürfte es vielleicht nicht überflüssig sein hervorzuheben, dass die Eigentöne aller Hohlräume, selbst die der im Handel vorkommenden Resonatoren ziemlich weit begrenzt sind, so dass ausser einem bestimmten Ton stärkster Resonanz immer auch noch dessen höhere und tiefere Second, oft auch Terz mehr weniger deutlich resoniren, mithin ausser dem Haupteigenton auch noch mehrere Nebeneigentöne zu unterscheiden sind. Es scheint nun Zahl und Stärke der letzteren um so grösser zu sein, je weniger scharf und laut der erstere hervortritt, und umgekehrt. Man kann diesen Satz u. a. ziemlich leicht an einem beiderseits offenen Glascylinder constatiren. Hält man das eine Ende des Cylinders unter Wasser und zwar verschieden tief, und prüft jedesmal die Resonanz, so wird man diese bei einer bestimmten

Höhe der Luftsäule sehr laut und bei nur geringen Veränderungen dieser Höhe viel schwächer finden. Im ersteren Falle findet man nun die Zahl und Stärke der Nebentöne merklich geringer als im letzteren.

Was nun die Stärke der Resonanz anbelangt, so beruhen die folgenden Angaben allerdings nur, wie auch die analogen frühern, auf subjectiver Schätzung; bevor diese den Werth objectiver Messung annähernd erreicht, müssen natürlich unzählige Wiederholungen der genauesten Beobachtung vorgenommen werden. Als Bedingungen der Resonanzstärke, zunächst mit Beziehung auf Claviertöne, ergaben sich: die Grösse der Hohlräume, ihre Form und die Grösse ihrer Mündung. Der Einfluss der Grösse äussert sich am deutlichsten bei einfachen Formen. So z. B. nimmt die Resonanz cylindrischer Hohlräume an Stärke zu, wenn ihr Durchmesser von 3—4 Cm. bis 7—8 Cm. anwächst. Vergrössert sich der Durchmesser über 10—12 Cm. hinaus, so wird die Resonanz merklich schwächer, und verschwindet fast ganz, wenn derselbe über 16—18 Cm. beträgt. Kuglige Hohlräume mit einer grössten Peripherie bis zu 40—50 Cm. resoniren wesentlich stärker als solche mit einer Peripherie über 60 Cm. Ähnlich verhält es sich aber auch bei Hohlräumen von zusammengesetzter Form, überall scheint eine Zunahme der Resonanzstärke mit der Grösse der Räume aber nur innerhalb bestimmter Grenzen stattzufinden, ebenso eine Verminderung und allmäliges Verschwinden der Resonanz jenseits dieser Grenzen. — Der Einfluss der Form der Hohlräume auf die Resonanzstärke ist jedenfalls noch auffallender. Es resoniren nämlich Gefässe mit combinirten Formen im Allgemeinen merklich stärker als gleichgrosse mit einfachen, z. B. als Cylinder und Kugeln. Der Einfluss der Mündung ist selbstverständlich nicht von ihrer absoluten Weite, sondern von der Weite im Verhältnisse zum Gesammtvolum abhängig. Man bemerkt diesen Einfluss, wenn man die Mündungen der Gefässe mit Deckeln, die allmälig grösser werdende Ausschnitte haben, versieht, und bei jedem die Resonanz prüft. Es zeigt sich da, dass die relative Weite der Mündung auf die Stärke der Resonanz einen fast so grossen Einfluss hat, als auf deren Höhe. Wenigstens findet man constant, dass, wenn die Weite der Mündung unter eine gewisse Grenze gesunken ist, die Resonanz auffallend

schwächer wird, und sogar ganz schwindet; wenn sie über eine gewisse Grenze sich vergrössert, auch jedesmal schwächer wird. Innerhalb dieser extremen Grenzen ist wohl derselbe Einfluss notorisch vorhanden, lässt sich aber vorläufig nicht in einem einfachen Satz ausdrücken. So findet man z. B. bei cylindrischen Hohlräumen, dass sie, wenn sie lang oder eng sind, lauter resoniren, wenn beide Mündungen offen sind; sind sie hingegen weiter oder kürzer, so resoniren sie lauter, wenn sie einerseits geschlossen sind. Ähnliches findet man auch bei kugeligen Hohlräumen mit 2 gegenüberstehenden Öffnungen.

Was die Dauer der Resonanz anbelangt, so ist selbe durch einen mehr weniger lauten, oft nur geräuschähnlichen Nachhall bedingt, der dem ursprünglichen Tone anhängt. Die Dauer des Nachhalls hängt wohl von der Grösse des Hohlraumes überhaupt, aber speciell auch noch von einer Dimension, nämlich der Länge desselben ab. Je länger der Hohlraum, um so länger der Nachhall. Bei Cylindern ist der Nachhall viel länger, wenn sie nur einerseits offen sind, aber nur der geräuschähnliche. Bei sehr grossen Gefässen besteht die Resonanz eben nur in einem geräuschähnlichen Nachhall, wobei der Ton selbst gar nicht verstärkt erscheint.

Combinirt man 2 Hohlräume mit einander, während man ihre Resonanz prüft, so ergeben sich einige ganz bemerkenswerthe Erscheinungen. Während nämlich 2 Hohlräume mit ungleichen Eigentönen sich gar nicht beeinflussen, geschieht dies bei solchen mit gleichen Eigentönen in auffälliger Weise.

Hält man 2 ungleich gestimmte Hohlräume mit je einer Mündung einander mit den Mündungen zugekehrt, während man ihre Resonanz behorcht, so findet man letztere erst dann sich ändern, wenn beide einander etwa bis auf 1 Zoll und noch mehr genähert sind; es wird nämlich in diesem Falle der Eigenton beider um so tiefer, je grösser die Annäherung analog dem Verhältnisse, wenn man etwa einen Deckel allmälig der Mündung nähert. Hält man die beiden Mündungen möglichst parallel neben einander, so ändert sich die Resonanz gar nicht. Hält man jedoch 2 ganz gleichgestimmte Hohlräume mit den Mündungen einander zugekehrt, so ändert sich die Resonanz beider schon wenn sie in einer Entfernung von $1\frac{1}{2}$—2 Zoll von einander

stehen. Der frühere Haupteigenton verschwindet nämlich in beiden total, ebenso auch die höhern Nebeneigentöne, hingegen resonirt die tiefere kleine Second constant sehr laut, und die nächst tiefern Halbtöne allmälig schwächer. Haben die Hohlräume mehrere Haupteigentöne, so erleidet blos der höhere die hier erwähnte Veränderung, während der tiefere auffallend verstärkt wird. Dieses Verhältniss bleibt unverändert, wenn man die beiden Hohlräume einander mehr nähert, und erst wenn sie sehr nahe gerückt sind, näher als $^1/_2$ Zoll, werden ihre Eigentöne durch Verdeckung der Mündungen noch tiefer. Übrigens tritt die Erscheinung auch bei zwei ungleichgrossen Hohlräumen auf, deren einer die Mündung des andern nur zum kleinen Theile deckt, so dass selbst bei grösster Annäherung beider eine weitere Vertiefung des Eigentones nur im kleinern, nicht aber im grössern Hohlraum stattfindet. Hält man hingegen die 2 gleichgestimmten Hohlräume parallel, oder nur wenig einander zugeneigt, neben einander, so erscheint die ursprüngliche Resonanz in beiden deutlich verstärkt. Hat man es mit kleinen Hohlräumen oder wenigstens mit engen Mündungen zu thun, so darf nicht übersehen werden, dass die Eigentöne schon durch das Einlegen des Hörrohres etwas vertieft werden, so dass 2 ursprünglich gleichgestimmte Hohlräume ungleich gestimmt werden, wenn in dem einen ein Hörrohr liegt, im andern nicht. Sind die beiden Hohlräume nur nahezu aber nicht vollkommen gleichgestimmt, so kann es geschehen, dass in dem einen der ursprüngliche Eigenton total, in dem andern nur theilweise schwindet.

Alle bisher erwähnten Resonanzphänomene treten auch dann auf, wenn man zur Erregung der Resonanz die primäre Schallquelle in die Hohlräume hinein verlegt. Es geschieht dies am einfachsten in der Weise, dass man die menschliche Stimme in Form von Singtönen durch ein Kautschukrohr leitet, das beliebig lang, circa 1—$1^1/_2$ Cm. Durchmesser hat, und dessen ein Ende in den Hohlraum hineingelegt wird. Das zweite Ende des Rohres wird entweder bei offener Lippenöffnung lose zwischen den Zähnen gehalten oder mit den Lippen dicht umfasst, während man Singtöne hervorbringt. In letzterem Falle kann man den ganzen Luftstrom, mithin auch die ganze Schallmasse in den Hohlraum leiten, oder auch den Luftstrom durch die Nasenhöhle

entweichen lassen, in welchem Falle die Stimme im Hohlraum nur jene Stärke hat, wie im erstern Falle. Diese Untersuchungsmethode eignet sich besonders in jenen Fällen, wenn man die Luft im Hohlraume isolirt von der äussern Luft untersuchen will. Man braucht zu diesem Zwecke nur Deckel mit blos 2 Ausschnitten, durch welche das die Stimme leitende und das Hörrohr luftdicht durchtreten, in Anwendung zu bringen, und sämmtliche Töne der Scala der Reihe nach in das Rohr hineinsingen, während man durch's Hörrohr horcht. Bei dieser Untersuchung findet man, wie schon früher erwähnt, all' die Thatsachen, die früher beschrieben wurden, in ganz gleicher Weise, was immerhin, da hier die Schallquelle verschieden gelagert ist, für einzelne der Phänomene auffallend ist. Man findet aber auch, dass bei vollständigem Verschluss der Hohlraummündungen die Resonanz in der That total schwindet; man überzeugt sich hiervon sehr leicht, da jeder Erwachsene mit Zuhilfenahme von Kopf- und Falsett-Tönen, und bei Verzicht auf besondere Reinheit der Töne ganz bequem 3 volle Octaven mit der Stimme umfasst. Ein hermetischer Verschluss der Hohlräume ist gar nicht nöthig, um die Resonanz schwinden zu machen, es geschieht dies selbst dann schon, wenn der Deckel nur lose aufliegt, so dass der Luftstrom allenfalls noch entweichen kann. Erst wenn die Spalten zwischen Deckel und Gefässrand merkliche Dimensionen haben, tritt für tiefe Töne schwache Resonanz auf. Hier darf es selbstverständlich noch weniger ausser Acht gelassen werden, dass durch das Einlegen zweier Röhren die ursprünglichen Eigentöne der Hohlräume noch mehr abgeändert werden können, als früher. Erwähnenswerth ist es, dass auch beim gänzlichen Fehlen der Resonanz die ursprüngliche Stimme denn doch unverändert stark, nur mit etwas verändertem Timbre vernommen wird aus dem Hohlraume, und zwar ist sie in kleinern Hohlräumen stärker, in grössern schwächer. Man überzeugt sich hiervon, wenn man während des Horchens das freie Ohr luftdicht verstopft. Es dringt allerdings durch die Nasenhöhle, Kopfknochen etc. immer noch vom freien Luftraume etwas Schall in's Gehörorgan, wenn auch beide Gehörgänge verstopft sind, aber wenn man diese schwachen Schallspuren nur einmal percipirt hat, wird man sie immer leicht von jenem Schall unterscheiden, der durch ein Hörrohr aus einem Hohlraum eindringt.

Nicht unwichtig ist diesen Thatsachen gegenüber, gewissermassen als Pendant zu denselben, das Verhalten der Resonanz an Stimmgabel-Resonanzkästen. Es liegen hier allerdings nur Thatsachen von *einem* solchen für eine a'-Gabel gestimmten Kasten vor, die zunächst noch zu einer fortgesetzten Untersuchung an mehreren verschieden gestimmten Kästen herausfordern, allein wegen ihres Zusammenhanges mit den frühern Angaben dürfte die Mittheilung dieser Thatsachen schon jetzt nicht ungerechtfertigt sein. Vor Allem ist daran zu erinnern, dass die Resonanz der genannten Kästen auch von der Möglichkeit, dass ihre Wandungen transversal schwingen, wesentlich abhängt. So z. B. ist die Resonanz viel lauter, wenn man den Kasten an dem zur Aufnahme des Gabelstieles bestimmten Zapfen frei in der Luft hält, als wenn er mit einer seiner Wände auf einer festen Unterlage, sei es direct oder mittelst zweier schmaler Stege, aufruht. Man vermeidet so manchen Fehler in der Beobachtung, wenn man hierauf von Anfang an Rücksicht nimmt. Die erste der oben erwähnten Thatsachen besteht nun darin, dass auch hier die Resonanz ebenso von der äussern Luft abhängt, wie unter den früher beschriebenen Verhältnissen. Zur Constatirung dieser Thatsache kann man ein dem früher beschriebenen analoges Verfahren anwenden. Man legt nämlich ein Hörrohr, welches durch irgend eine Scheibe luftdicht durchgeht, mit dem freien Ende in den Resonanzkasten hinein und behorcht den Resonanzton im Innern desselben. So lange die Scheibe in grösserer Entfernung von der Mündung des Kastens steht, hört man die Resonanz aus dem Innern ebenso oder noch lauter als von aussen; nähert man aber die Scheibe der Mündung, um sie zu verdecken, so bemerkt man bald ein auffälliges Schwächerwerden der Resonanz, und zwar im Innern ebenso wie von aussen. Ist die Mündung ganz verdeckt, so bleibt von dem ursprünglichen lauten Resonanzton nur eine schwache Spur zurück, gleich jener Resonanz, die die Holzplatten des Kastens für sich allein im freien Zustande geben würden, und diese schwache Spur ist aus dem Innenraume des Kastens nur wenig lauter als im freien, im Timbre jedoch merklich verschieden von der vollen Resonanz des Kastens. Dieser schwache Rest der Resonanz bleibt ganz unverändert, wenn man den Deckel an die freien Ränder des Kastens fest

andrückt, und dadurch die transversalen Schwingungen der Platten ganz oder doch theilweise aufhebt. Lässt man den im Innern des geschlossenen Kastens hörbaren Ton längere Zeit auf sich einwirken, um seine Qualität genau im Gedächtnisse zu behalten, und entfernt dann nur langsam die deckende Scheibe von der Mündung während des Horchens, so überzeugt man sich leicht davon, dass es nicht ein- und derselbe Schall ist, der beim Entfernen der Scheibe allmälig stärker wird, sondern dass der aus dem verschlossenen Hohlraum heraus gehörte, auch nach dem Öffnen desselben ganz unverändert fortbesteht, und neben ihm ein ganz selbständiger zweiter Ton von etwas verschiedenem Timbre auftaucht, anfangs sehr schwach, bei zunehmender Entfernung des Deckels immer stärker, und dass dieser neue zweite Ton schliesslich so laut wird, dass er den ersten vollkommen deckt. Bei langsamem Annähern der Scheibe an die Kastenmündung bemerkt man natürlich dieselben Erscheinungen in umgekehrter Reihenfolge. In einer bestimmten Nähe des Deckels zerfällt der einfache laute Resonanzton in 2 deutlich von einander unterscheidbare Töne, deren einer bei fortgesetzter Annäherung immer schwächer wird, und schliesslich schwindet, während der zweite unverändert bleibt. — Hieran reiht sich noch folgende weitere Thatsache. Nimmt man eine genau auf *a'* gestimmte gewöhnliche Resonatorkugel, verschliesst mit einem Finger ihre kleinere, für das Ohr bestimmte Öffnung, und hält sie dann mit der weitern Öffnung der Mündung des tönenden Resonanzkastens zugekehrt, so schwindet die Resonanz fast total, sobald beide Hohlräume in einer bestimmten Entfernung von einander stehen; entfernt man sie wieder von einander, so wird die Resonanz allmälig wieder lauter, und erreicht auch wieder ihr Maximum. Ob dieses Ab- und Anschwellen der Resonanz auch bei grössern Entfernungen der Hohlräume von einander sich wiederhole, liess sich vorläufig weder constatiren, noch auch könnte man es entschieden in Abrede stellen. — Schiebt man das freie Ende eines Hörrohrs über das Ohrende der Resonatorkugel, um den Innenraum der letztern bequemer zu behorchen, während ein tönender Resonanzkasten auf denselben einwirkt, so bemerkt man, dass auch während des totalen Fehlens der lauten Resonanz, aus dem Innern des Resonators ein ähnlicher, jedoch stärkerer Ton in's Ohr dringt,

als derjenige ist, den man aus dem Innern des Resonanzkastens bei verschlossener Mündung hört. Selbstverständlich ist das Resultat dasselbe, wenn man am Resonator direct ohne Hörrohr horcht, nur ist dieses directe Horchen höchst unbequem. Legt man das Hörrohr in's Innere des Resonanzkastens, während die Resonatorkugel ihm gegenüber steht, so hört man ebenfalls blos jenen Ton, nur etwas lauter, den man bei verschlossener Mündung desselben hört. Auch hier überzeugt man sich leicht, wenn man bei langsamem Entfernen der beiden Hohlräume von einander einen von beiden mittelst Hörrohr behorcht, dass Anfangs zwei deutlich getrennte Töne vorhanden sind, deren einer unverändert bleibt, und deren zweiter allmälig stärker wird, und erstern deckt. Zu bemerken ist hier noch, dass die Resonatorkugel die Mündung des Resonanzkastens selbst in unmittelbarer Nähe nur zum kleinsten Theile deckt, und dass anders gestimmte Resonatoren, selbst von grossem Volumen, z. B. ein auf *c'* gestimmter, der jene Mündung in der Nähe viel mehr deckt, die Resonanz kaum merklich schwächt. Hat man die Duplicität des Schalles hier kennen gelernt, so kann man sie an der mittelst der Stimme in beliebigen Hohlräumen erzeugten Resonanz auch wieder erkennen, wenn der Deckel von den Gefässmündungen nur sehr langsam abgehoben wird. Doch ist das Phänomen hier nur sehr kurz und minder deutlich zu unterscheiden.

Die zuletzt angeführten Thatsachen, namentlich die auf die Resonanzkästen bezüglichen, liefern nun offenbar die volle Bestätigung des bereits im Aufsatz II ausgesprochenen Satzes, dass die Resonanz von Hohlräumen, d. i. die den Schall unmittelbar bedingenden Schwingungen nicht so sehr in der innern als vielmehr in der äussern Luft entstehen. Es geht aus diesen Thatsachen aber auch noch hervor, dass das Verhältniss der Schwingungen der äussern Luft zu den ursprünglichen der innern kein solches ist, dass man es als ein einfaches Mitschwingen bezeichnen könnte, sondern es muss angenommen werden, dass die von der innern Luft an die äussere abgegebenen Impulse in ganz neue Bewegungsformen umgesetzt werden. Damit ist aber auch schon die zweite der im Anfang erwähnten Fragen berührt, ob nämlich die subjective Stärke des Schalles nicht auch von der Schwingungsform abhängig sei. Selbstverständlich ist diese Frage noch

lange nicht spruchreif, aber wenn man bedenkt, dass neben der lauten Resonanz die ursprünglichen Schwingungen unverändert fortbestehen, so kann man erstere offenbar nicht durch eine einfache Verstärkung der Amplituden der letztern zu Stande kommen lassen. Wenn man ferner bedenkt, dass Schwingungen in irgend einer Entfernung von ihrer ursprünglichen Quelle nur dadurch verstärkt werden können, dass sich die Wirkung mehrerer, nach einander folgender Impulse summirt, dass dieser Process aber nur an einem ungleicharmigen Hebel denkbar ist, dessen kürzerer Arm den Angriffspunkt bildet, nicht aber an der unbegrenzten freien Luft, so muss man zugeben, dass es kaum denkbar ist, es werden die Amplituden im freien Luftraume grösser als im Hohlraume; da aber der Schall im erstern denn doch viel lauter ist, als im letztern, so ist obige Frage in der That nicht unberechtigt, und zwar in dem Sinne, ob nicht die subjective Stärke des Schalles um so mehr zunimmt, je complicirter die Schwingungsformen werden. — Schwierig sind jene Erscheinungen zu deuten, die sich durch die Combination zweier Hohlräume an ihrer Resonanz zeigen. Auf den ersten Blick möchte man sie für einfache Interferenzphänomene halten, da bleibt aber die Frage unbeantwortet, warum sich blos die Haupt- und nur die höhern Nebeneigentöne aufheben, die tiefern Nebentöne nicht.

Schliesslich ist noch zu bemerken, dass der oben erwähnte Einfluss der Grösse der Hohlräume und ihrer Mündung auf die Stärke der Resonanz vollkommen erklärlich ist, nach der im Aufsatz II, S. 10, 11 gegebenen Erklärung über das Zustandekommen der Resonanz in Hohlräumen.

Über die dynamische Theorie der Diffusion der Gase.

Von dem w. M. J. Stefan.

(Vorgelegt in der Sitzung am 11. April 1872.)

Die Gleichungen des Gleichgewichtes für die einzelnen Gase in einem Gemenge liefert das Dalton'sche Princip und können dieselben in dem Satze zusammengefasst werden, dass in einem Gemenge jeder Bestandtheil sich so ins Gleichgewicht stellt, als wäre er allein in dem vom Gemenge erfüllten Raume vorhanden. Dieser Satz ist durch eine vielfältige Erfahrung bewiesen.

Aber ebenfalls durch vielfältige Erfahrung ist bewiesen, dass sich ein einzelnes Gas in einem Gemenge nicht so bewegt, als wären die übrigen Bestandtheile des Gemenges nicht vorhanden, es ist also bewiesen, dass die aus den Gleichgewichtsgleichungen nach dem Principe von D'Alembert abgeleiteten Gleichungen der Bewegung nicht die richtigen sind.

In der Abhandlung „über das Gleichgewicht und die Bewegung, insbesondere die Diffusion von Gasgemengen" habe ich gezeigt, dass man zu Gleichungen gelangt, welche mit der Erfahrung in Übereinstimmung stehen, wenn man zu dem Dalton'schen Principe noch folgende Ergänzung hinzufügt: In einem Gasgemenge erfährt jedes einzelne Theilchen eines Gases, wenn es sich bewegt, von jedem andern Gase einen Widerstand proportional der Dichte dieses Gases und der relativen Geschwindigkeit beider.

Auf alle in der Einheit des Volumens befindlichen Theilchen des einen Gases kommt also ein dem Producte der Dichten beider Gase und ihrer relativen Geschwindigkeit proportionaler Widerstand in Rechnung. Er wurde in der genannten Abhandlung durch den Ausdruck

$$W = A_{12}\rho_1\rho_2(u_1 - u_2) \qquad (1)$$

dargestellt, worin ρ_1 und u_1 die Dichte und Geschwindigkeit des ersten, ρ_2 und u_2 die Dichte und Geschwindigkeit des zweiten Gases bedeuten; A_{12} ist eine von der Natur der beiden Gase und auch von ihrer Temperatur abhängige Grösse. Bei der Aufstellung des obigen Ausdruckes ist natürlich vorausgesetzt, dass die Bewegungsrichtungen der beiden Gase in eine Linie fallen, denn nur dann ist $u_1 - u_2$ ihre relative Geschwindigkeit.

Die Gleichungen, welche man mit Hilfe dieses Princips des Widerstandes für die Bewegung zweier Gase durcheinander gewinnt, sind die nämlichen, welche schon Maxwell aus der dynamischen Theorie der Gase abgeleitet hat, in welcher Theorie sowohl das Dalton'sche Princip als der benützte Satz vom Widerstande ihre Begründung finden.

Maxwell hat diese Gleichungen angewendet zur Erklärung der Diffusion zweier Gase in einander und in der citirten Abhandlung habe ich gezeigt, dass die Gleichungen auch in ihrer Erweiterung auf ein Gemenge von drei Gasen mit den über die Diffusion von solchen Gemengen angestellten Versuchen in Übereinstimmung stehen.

Handelt es sich um die Bewegung eines Gemenges von zwei Gasen in einer durchaus gleich weiten geschlossenen Röhre, welcher Fall in den Diffusionsversuchen realisirt ist, so werden die Partialdrücke der beiden Gase als Functionen der Zeit und der Abscisse des Querschnittes, für welchen sie gelten, bestimmt durch die Gleichungen

$$\frac{dp_1}{dt} = k\frac{d^2p_1}{dx^2}, \quad \frac{dp_2}{dt} = k\frac{d^2p_2}{dx^2}$$

und ist die Constante k der Diffusionscoëfficient der gewählten Gascombination genannt worden. k hängt mit dem oben eingeführten Widerstandscoëfficienten zusammen durch die Gleichung

$$k = \frac{1}{A_{12}} \cdot \frac{p_0 p_0}{d_1 d_2} \cdot \frac{T^2}{T_0^2} \cdot \frac{1}{p}, \tag{2}$$

worin p_0 den Normaldruck, unter welchem die beiden Gase bei der absoluten Temperatur T_0 die Dichten d_1 und d_2 haben, ferner p den Druck und T die absolute Temperatur des Gasgemenges während des Versuchs bedeutet.

Was die Grösse A_{12} anbetrifft, so kann eine Bestimmung derselben nur aus einer Theorie des gasförmigen Aggregatzustandes erfolgen. Der Widerstand, welchen ein Gas bei seiner Bewegung durch ein anderes erfährt, ist eben nichts anderes, als die Bewegungsgrösse, welche von den Molecülen dieses Gases auf die des andern in der Zeiteinheit übertragen wird. Zur Berechnung dieser Bewegungsgrösse ist die Kenntniss der Art der Übertragung nothwendig. Mit Hilfe der dynamischen Gastheorie kann die gestellte Aufgabe gelöst werden.

Es ist aber die dynamische Gastheorie bisher in verschiedenen Formen zur Anwendung gebracht worden.

Die neue, von Maxwell über die Natur der Gase adoptirte Anschauung ist folgende. Ein Gas ist ein System von sehr rasch nach allen möglichen Richtungen im Raume bewegten Molecülen. Die Molecüle sind als materielle Punkte zu betrachten, welche mit abstossenden der fünften Potenz der Entfernung verkehrt proportionalen Kräften auf einander wirken.

Aus dem Druck des Gases lassen sich die Geschwindigkeiten berechnen, mit denen sich die Gasmolecüle im Mittel bewegen, auch lässt sich ein Mass für die Intensität der abstossenden Kraft zwischen den gleichartigen Molecülen eines Gases aus der Grösse der inneren Reibung in diesem Gase gewinnen. Die innere Reibung besteht in der Übertragung von Bewegungsgrösse von schneller bewegten an langsamer bewegte Molecüle, und die in einer Zeiteinheit bei gegebener Vertheilung der Geschwindigkeit übertragene Bewegungsmenge wird abhängig von der Intensität der zwischen den Molecülen thätigen abstossenden Kräfte.

Der Widerstand, den ein Molecül eines Gases bei seiner Bewegung durch ein zweites erfährt, wird ebenfalls abhängig von der Intensität der zwischen den zwei Arten von Molecülen thätigen abstossenden Kräfte.

Die Diffusionsversuche können nun ebenso zur Bestimmung der Intensitäten der zwischen verschiedenartigen Molecülen thätigen abstossenden Kräfte benützt werden, wie die Reibungsversuche zur Bestimmung der Abstossungen zwischen gleichartigen Molecülen.

Die Maxwell'sche Theorie liefert nun zunächst A_{12} als von Druck und Temperatur unabhängig. Es bleibt also für die

Abhängigkeit des Diffusionscoëfficienten von diesen beiden Grössen nach der Formel (2) das Gesetz, dass der Diffusionscoëfficient dem Quadrate der absoluten Temperatur direct, dem Drucke, unter dem die diffundirenden Gase stehen, verkehrt proportional ist. Dieses Gesetz hat auch durch die Versuche von Loschmidt seine Bestätigung gefunden.

Durch diese Theorie wird aber auf die Frage nach der Abhängigkeit des Diffusionscoëfficienten von der Natur der beiden Gase keine Antwort gegeben, da ja eine von der Natur der beiden Gase abhängige Intensitätsconstante der gegenseitigen Abstossung in der Formel übrig bleibt. Es ist klar, dass, wenn auch aus Reibungsversuchen die Intensitäten gefunden worden sind, mit denen sich die gleichartigen Molecüle des einen und die gleichartigen Molecüle eines anderen Gases abstossen, aus diesen Intensitäten kein Schluss auf das gegenseitige Verhalten der ungleichartigen Molecüle gezogen werden kann.

Die Sache gestaltet sich jedoch anders, wenn man die dynamische Gastheorie in ihrer ursprünglichen Form zur Anwendung bringt. Nach dieser ist ein Gas als ein System von Molecülen zu betrachten, welche in sehr raschen, nach allen möglichen Richtungen vertheilten Bewegungen sich befinden, nicht mit fernwirkenden Kräften versehen sind, sondern nur beim Zusammentreffen auf einander wirken und dabei wie vollkommen elastische Kugeln sich verhalten.

An die Stelle der Intensitätsconstanten der abstossenden Kräfte treten nun die Durchmesser der die Molecüle darstellenden Kugeln als Bestimmungsstücke der molecularen Beschaffenheiten der Gase und kann nun für diese aus den Reibungsconstanten ein Mass ebenso gewonnen werden, wie früher für die Intensitäten der Abstossung.

Der Widerstand, den ein Molecül eines Gases bei seiner Bewegung durch ein zweites Gas erfährt, wird nun ebenfalls abhängig von den Grössen der Kugeln, welche die Molecüle des einen und des zweiten Gases darstellen. Der Ausdruck für den Widerstand enthält demnach keine neue der gewählten Gascombination eigenthümliche Constante, sondern nur solche, welche sich aus den Versuchen über die innere Reibung in den beiden einfachen Gasen ableiten lassen, es kann aus den Reibungs-

coëfficienten zweier einfacher Gase ihr Diffusionscoëfficient berechnet werden.

Die Hypothese der elastischen Kugeln wurde mit zwei verschiedenen Nebenannahmen zur Erklärung der Eigenschaften der Gase angewendet.

Clausius betrachtet ein Gas, welches sich im Zustande des statischen und des Temperaturgleichgewichtes befindet, als ein System von elastischen Kugeln, welche sich alle mit gleicher Geschwindigkeit, aber nach allen möglichen Richtungen des Raumes gleichförmig bewegen.

Maxwell betrachtete in seiner ersten Abhandlung ein Gas ebenfalls als ein System von elastischen Kugeln, deren Geschwindigkeiten jedoch nicht nur alle möglichen Richtungen im Raume, sondern alle möglichen Werthe von 0 bis ∞ besitzen, auch wenn das Gas im statischen und im Temperaturgleichgewichte sich befindet. Das Gesetz, nach welchem die Grössen der nach einer bestimmten Richtung geschätzten Componenten der Geschwindigkeit ausgetheilt sind, ist dasselbe, welches in der Methode der kleinsten Quadrate für die Vertheilung der Beobachtungsfehler aufgestellt wird.

Es lässt sich unter der einen wie unter der anderen dieser zwei Voraussetzungen die Bestimmung des Widerstandes, den ein Gas bei seiner Bewegung durch ein anderes erfährt, ausführen.

Zuerst handelt es sich um die Ermittlung der Bewegungsgrösse, welche bei einem Zusammenstosse von einer Kugel auf eine andere übertragen wird. Diese Grösse ist abhängig von den Massen, Geschwindigkeiten und Bewegungsrichtungen der beiden Kugeln, sie fällt aber auch bei denselben Massen, Geschwindigkeiten und Richtungen verschieden aus, je nachdem die Verbindungslinie der Mittelpunkte der beiden Kugeln im Augenblicke des Zusammenstosses gegen ihre Bewegungsrichtung orientirt ist.

Da bei jedem einzelnen Stosse von allen möglichen Positionen der Centrallinie gegen die Geschwindigkeiten der Kugeln jede gleich wahrscheinlich ist, bei sehr vielen Zusammenstössen also auch jede gleich oft vorkommen wird, so ist das Mittel aus allen für die verschiedenen Lagen der Centrallinie sich ergebenden Bewegungsgrössen als jene Bewegungsgrösse in die Rechnung einzuführen, welche ein Molecül von gegebener Geschwindigkeit

und Richtung der Bewegung auf ein anderes Molecül von ebenfalls gegebener Geschwindigkeit und Richtung bei einem Zusammenstoss überträgt.

Es ergibt sich, dass diese mittlere Bewegungsgrösse parallel zur Axe der x etwa geschätzt, nur von den zu dieser Axe parallelen Componenten der Geschwindigkeiten abhängig und halb so gross ist, als jene, welche bei einem centralen Stoss zweier mit diesen Geschwindigkeitscomponenten bewegten Kugeln von der einen auf die andere übertragen wird. Sie ist also

$$\frac{m_1 m_2}{m_1+m_2}(x_1-x_2)$$

wenn m_1 und m_2 die Massen, x_1 und x_2 die zur Axe der x parallelen Componenten der Geschwindigkeiten der beiden Kugeln bedeuten.

Die Summe aller Bewegungsgrössen, welche bei den in der Zeiteinheit erfolgenden verschiedenen Zusammenstössen der in der Volumseinheit befindlichen Molecüle der ersten Art mit denen zweiter Art von den ersteren verloren wird, ist die oben als Widerstand W eingeführte Grösse.

Zur Berechnung dieser Summe ist es ferner nothwendig, die Vertheilung der Geschwindigkeiten unter die einzelnen Molecüle zu kennen und dann die Anzahl der Zusammenstösse, welche zwischen Molecülen von gegebenen Geschwindigkeiten in der Zeiteinheit stattfinden.

Was die Vertheilung der Geschwindigkeiten anbetrifft, so braucht man zunächst nur festzustellen, dass sich dieselbe in einem bewegten von der im ruhenden Gase nur dadurch unterscheidet, dass zu den Componenten der Molecularbewegung noch die Componenten der allen Molecülen gemeinschaftlichen progressiven Bewegung hinzukommen. Hat ein Molecül im ruhenden Gase die Geschwindigkeitscomponenten ξ_1, η_1, ζ_1, so sind $\xi_1+u_1, \eta_1, \zeta_1$ seine Componenten, wenn das Gas als Ganzes mit der Geschwindigkeit u_1 sich parallel zur Axe der x bewegt. Der Werth, welchen W für zwei mit den Geschwindigkeiten u_1 und u_2 bewegte Gase unter Vernachlässigung der höheren Potenzen von u_1-u_2 erhält, ist

$$W=\frac{4a}{3}\frac{m_1 m_2}{m_1+m_2}(u_1-u_2) \tag{3}$$

und bedeutet darin a die Anzahl der Zusammenstösse, welche zwischen den Molecülen erster und zweiter Art in der Einheit der Zeit und des Raumes erfolgen, wenn die beiden Gase in Ruhe diesen Raum erfüllen.

So weit lässt sich die Untersuchung ohne Kenntniss des Gesetzes, nach welchem die Geschwindigkeiten unter die Molecüle des ruhenden Gases vertheilt sind, führen. Der Werth von a lässt sich nur mit Hilfe dieses Gesetzes finden und ergibt sich auch nach den zwei oben aufgeführten Annahmen nicht gleich.

Wird zuerst die von Maxwell adoptirte Annahme der Rechnung zu Grunde gelegt, so findet man die Anzahl der Zusammenstösse

$$a = N_1 N_2 \pi s^2 \sqrt{v_1^2 + v_2^2}. \qquad (4)$$

Darin bedeutet N_1 die Anzahl der Molecüle erster Art, N_2 die zweiter Art in der Volumseinheit, ferner v_1 die mittlere Geschwindigkeit eines Molecüls erster, v_2 die eines Molecüls zweiter Art. Endlich ist s die Summe der Radien der Kugeln, welche die Molecüle erster und zweiter Art darstellen.

Die Grössen dieser mittleren Geschwindigkeiten sind durch die zuerst von O. E. Meyer entwickelte Formel

$$p = \frac{\pi}{8} N m v^2$$

bestimmt, welche den Druck eines Gases angibt, von dem sich N Molecüle von der Masse m und der mittleren Geschwindigkeit v in der Volumseinheit befinden.

Setzt man den Werth von a in die Formel für W, bemerkt, dass

$$N_1 m_1 = \rho_1, \quad N_2 m_2 = \rho_2$$

und vergleicht das Resultat mit (1), so ergibt sich

$$A_{12} = \frac{4\pi s^2}{3} \frac{\sqrt{v_1^2 + v_2^2}}{m_1 + m_2}. \qquad (5)$$

Es ist zunächst A_{12} unabhängig vom Druck, es bleibt also auch der Diffusionscoëfficient nach Formel (2) dem Druck verkehrt proportional, wie es die Erfahrung fordert.

Hingegen gibt die Theorie das andere Gesetz, dass der Diffusionscoëfficient dem Quadrate der absoluten Temperatur proportional ist, nicht mehr. Da nämlich A_{12} der Quadratwurzel aus der absoluten Temperatur proportional gefunden wurde, so folgt dann der Diffusionscoëfficient k nach der Formel (2) nicht der Potenz 2, sondern der Potenz $^3/_2$ der absoluten Temperatur proportional.

Auch die Theorie der inneren Reibung, gebaut auf die Hypothese der elastischen Kugeln, weicht in analoger Weise von der Erfahrung ab, indem sie die Reibungsconstante statt proportional der absoluten Temperatur proportional der Quadratwurzel aus derselben liefert. Diese Abweichung hat auch Maxwell veranlasst, die Hypothese der elastischen Kugeln aufzugeben.

Es soll nun das Augenmerk auf die Abhängigkeit des Diffusionscoëfficienten von der Natur der beiden Gase gerichtet werden.

Dazu genügt es, den Fall zu betrachten, in welchem Druck und Temperatur des Gasgemenges ihre Normalwerthe haben. Die Formel (2) verwandelt sich dann in

$$k = \frac{p_0}{A_{12} d_1 d_2}.$$

Führt man zur Bestimmung der Geschwindigkeiten v_1 und v_2 ein drittes Gas, dessen Molecül die Masse m und bei der Normaltemperatur die mittlere Geschwindigkeit v hat, so hat man

$$m_1 v_1^2 = m_2 v_2^2 = m v^2.$$

Ist N_0 die für alle Gase gleiche Anzahl der Molecüle in der Volumseinheit bei normalem Druck und normaler Temperatur, so kann noch

$$p_0 = \frac{\pi}{8} N_0 m v^2, \quad d_1 = N_0 m_1, \quad d_2 = N_0 m_2$$

gesetzt werden und die Formel für k reducirt sich auf

$$k = \frac{3\pi}{32} \cdot \frac{v\sqrt{m}}{N_0 \pi s^2} \cdot \frac{\sqrt{m_1 + m_2}}{\sqrt{m_1 m_2}}. \tag{6}$$

Nimmt man das Wasserstoffgas als Normalgas, so ist

$$r = 169800 \text{ Cm.}$$

und sind für m, m_1, m_2 die Zahlen der Moleculargewichte einzusetzen. Ist k für ein Paar von Gasen gegeben, so kann diese Formel dazu dienen, die dieser Gascombination entsprechende Grösse $N_0 \pi s^2$ zu rechnen. Soll aber k selbst aus dieser Formel gewonnen werden, so ist umgekehrt diese Grösse für die betreffende Gascombination voraus zu bestimmen.

Die Theorie der inneren Reibung der Gase liefert für den Reibungscoëfficienten μ_1 eines Gases, welches unter dem Drucke p steht, die Formel

$$\mu_1 = \frac{p}{a_1}$$

und bedeutet a_1 die Zahl der Zusammenstösse, welche ein Molecül in diesem Gase in der Zeiteinheit erleidet. Für diese Zahl selbst findet man, das Maxwell'sche Gesetz der Geschwindigkeitsvertheilung angenommen,

$$a_1 = N\pi s_1^2 \sqrt{2} \, . \, v_1,$$

worin s_1 den Durchmesser des Molecüls und v_1, wie vorhin, die mittlere Geschwindigkeit eines solchen bezeichnet. Der Quotient aus v_1 und a_1 ist die mittlere Länge des Weges, den ein Molecül von einem Zusammenstosse bis zum nächsten macht. Heisst diese λ_1, so ist

$$\frac{1}{\lambda_1} = N\pi s_1^2 \sqrt{2}$$

und ist darin N_0 für N zu setzen, wenn λ_1 die mittlere Weglänge für das Gas bei normaler Dichtigkeit bezeichnen soll.

Ebenso ist der Durchmesser s_2 eines Molecüls des zweiten Gases durch die mittlere Weglänge λ_2 dieses zweiten Gases bestimmt, und da s in unseren Formeln die Summe der Radien der beiden Molecüle bedeutet, also

$$s = \frac{s_1 + s_2}{2}$$

ist, so erhält man die Gleichung

$$N_0 \pi s^2 = \frac{1}{4\sqrt{2}} \left(\frac{1}{\sqrt{\lambda_1}} + \frac{1}{\sqrt{\lambda_2}} \right)^2.$$

Die Formel für k kann also in folgender Weise geschrieben werden

$$k = \frac{3\pi\sqrt{2}}{8} \frac{\sqrt{m_1+m_2}}{\sqrt{m_1 m_2}} \frac{v\sqrt{m}}{\left(\frac{1}{\sqrt{\lambda_1}} + \frac{1}{\sqrt{\lambda_2}} \right)^2} \tag{7}$$

und sie enthält nur bekannte Grössen, sobald die mittleren Weglängen solche sind.

Durch genaue Versuche hat Maxwell die innere Reibung in Luft, Wasserstoff, Sauerstoff, Kohlensäure bestimmt. Für Luft unter dem Druck von 760 Mm. Quecksilbersäule und 0° C. Temperatur fand er

$$\mu = 0{\cdot}0001878$$

Centimeter als Längen-, Secunde als Zeit-, Gramm als Masseneinheit genommen. Daraus lässt sich λ für die Luft berechnen, es ist

$$\lambda = 0{\cdot}00000827.$$

Aus den Versuchen von Maxwell lassen sich auch noch für die drei anderen oben genannten Gase die mittleren Weglängen ableiten. Es hat aber Graham mit einer grossen Anzahl von Gasen Versuche über den Ausfluss derselben durch Capillarröhren ausgeführt und O. E. Meyer aus diesen die Verhältnisse der Reibungscoëfficienten der verschiedenen Gase abgeleitet. Aus diesen und der für die Luft angegebenen Zahl lassen sich nun die mittleren Weglängen für die folgenden Gase ableiten.

Wasserstoff	$\lambda = 0{\cdot}0000153$
Sauerstoff	87
Kohlensäure	56
Kohlenoxyd	81
Schwefelige Säure . .	40
Sumpfgas	70
Stickoxydul	56.

Mit Hilfe dieser Werthe findet man die Diffusionscoëfficienten der folgenden Gascombinationen:

	Berechnet	Beobachtet
Wasserstoff—Sauerstoff	$k = 0\cdot826$	0·722
Wassersoff—Kohlensäure . . .	0·630	0·556
Wasserstoff—Kohlenoxyd . . .	0·796	0·642
Wasserstoff—Schwefelige Säure .	0·507	0·480
Kohlenoxyd—Sauerstoff	0·218	0·180
Kohlenoxyd—Kohlensäure . . .	0·162	0·160
Sauerstoff—Kohlensäure . . .	0·161	0·161
Sumpfgas—Kohlensäure	0·183	0·159
Stickoxydul—Kohlensäure . . .	0·120	0·089
Luft—Kohlensäure	0·162	0·142.

Die Rubrik Beobachtet enthält die von Loschmidt für diese Gascombinationen gefundenen Diffusionscoëfficienten, reducirt auf Centimeter als Längen-, Secunde als Zeiteinheit.

Wenn auch nur für wenige Combinationen Rechnung und Versuch in ganz befriedigender Übereinstimmung stehen, so ist doch schon merkwürdig genug, dass sich überhaupt die Diffusionscoëfficienten aus den Reibungscoëfficienten mit solcher Annäherung berechnen lassen.

Die berechneten Zahlen sind bis auf zwei Fälle, wo sie den beobachteten gleich sind, beträchtlich grösser als die beobachteten. Es könnte also auch im ganzen eine grössere Übereinstimmung erzielt werden, wenn für die mittlere Weglänge der Luft eine kleinere Zahl als die aus den Maxwell'schen Versuchen gefolgerte, etwa

$$\lambda = 0\cdot0000071$$

eingeführt würde. Dies ist der Werth, den man für die mittlere Weglänge der Luft aus den Diffusionsversuchen selbst findet.

Man kann nämlich aus den bekannten Diffusionscoëfficienten auch die mittleren Weglängen für alle bei den Versuchen verwendeten Gase nach der Formel

$$\left(\frac{1}{\sqrt{\lambda_1}} + \frac{1}{\sqrt{\lambda_2}}\right)^2 = \frac{3\pi v\sqrt{2m}}{8k} \cdot \frac{\sqrt{m_1+m_2}}{\sqrt{m_1 m_2}}$$

berechnen.

Man erhält zunächst aus den drei Combinationen Wasserstoff—Sauerstoff, Wasserstoff—Kohlensäure, Sauerstoff—Kohlensäure, für

Wasserstoff	$\lambda = 0\cdot0000139$
Sauerstoff	74
Kohlensäure	50.

Mit Hilfe dieser Werthe findet man für die mittlere Weglänge des Kohlenoxydes aus den Combinationen

Wasserstoff—Kohlenoxyd . . .	$\lambda = 0\cdot0000060$
Kohlenoxyd—Sauerstoff	66
Kohlenoxyd—Kohlensäure	68.

Die Übereinstimmung zwischen diesen drei Werthen bildet die Probe für die Richtigkeit der Theorie unter der Voraussetzung, dass die Versuche richtig sind. Der Grad der Übereinstimmung ist allerdings kein sehr hoher.

Endlich findet man noch aus den betreffenden Combinationen für

Schwefelige Säure .	$\lambda = 0\cdot0000039$
Sumpfgas	59
Stickoxydul	42
Luft	71.

Die Verhältnisse aller dieser Weglängen zu der letzten für Luft bilden in der folgenden Tabelle die erste, die aus den Graham'schen Versuchen gefolgerten die zweite Reihe:

Wasserstoff	1·958	1·850
Sauerstoff	1·042	1·057
Kohlensäure . . .	0·704	0·678
Kohlenoxyd	0·911	0·982
Schwefelige Säure .	0·549	0·488
Sumpfgas	0·831	0·849
Stickoxydul	0·592	0·678
Luft	1·000	1·000

und stimmen diese beiden Reihen ziemlich gut überein.

Nach der von Clausius angenommenen Hypothese der gleichen Geschwindigkeiten erhält man für die Anzahl a der

Zusammenstösse eine Formel, in welche die beiden Gase nicht symmetrisch eingehen. Bezeichnet man mit c_1 die Molecülgeschwindigkeit des einen, mit c_2 die des anderen Gases, so ist

$$a = N_1 N_2 \pi s^2 \frac{3c_1^2 + c_2^2}{3c_1}$$

unter der Voraussetzung, dass c_1 die grössere der beiden Geschwindigkeiten ist. Die Grösse A_{12} erhält somit den Werth

$$A_{12} = \frac{4\pi s^2}{3} \frac{3c_1^2 + c_2^2}{3c_1(m_1 + m_2)}.$$

Zur Bestimmung der Geschwindigkeit dient wieder die Formel für den Druck, welche in diesem Falle

$$p = \frac{1}{3} Nmc^2$$

wird. Die Geschwindigkeiten, welche nach der Hypothese von Clausius die einzelnen Molecüle eines Gases besitzen, sind also andere als die mittleren Geschwindigkeiten, welche nach der Hypothese von Maxwell den Molecülen zukommen.

Die Anzahl der Stösse, welche ein Molecül in einem Gase in der Zeiteinheit erfährt, welche Anzahl oben mit a_1 bezeichnet wurde, ist jetzt bestimmt durch

$$a_1 = \frac{4}{3} N_0 \pi s_1^2 c_1.$$

Für den Ausdruck $N_0 \pi s^2$ erhält man

$$N_0 \pi s^2 = \frac{3}{16} \left(\frac{1}{\sqrt{\lambda_1}} + \frac{1}{\sqrt{\lambda_2}} \right)^2$$

und demgemäss wird der Diffusionscoëfficient k bestimmt durch die Formel

$$k = \frac{m_1 + m_2}{(m_1 + 3m_2)\sqrt{m_1}} \cdot \frac{4c\sqrt{m}}{\left(\frac{1}{\sqrt{\lambda_1}} + \frac{1}{\sqrt{\lambda_2}} \right)^2}, \tag{8}$$

welche Formel jedoch nur unter der Voraussetzung gilt, dass c_1 grösser als c_2, dass also m_1 die kleinere von den beiden Massen

m_1 und m_2 ist. Nimmt man wieder Wasserstoff als Normalgas, so ist nach Clausius

$$c = 184400$$

zu setzen.

Da jetzt a_1 einen andern Werth hat, als früher, so erhalten auch die mittleren Weglängen der Molecüle andere Werthe. So wird die mittlere Weglänge für Luft

$$\lambda = 0{\cdot}0000090$$

und für

Wasserstoff	$\lambda = 0{\cdot}0000167$
Sauerstoff	95
Kohlensäure	61
Kohlenoxyd	88
Schwefelige Säure . .	44
Sumpfgas	76
Stickoxydul	61.

Daraus ergeben sich die Diffusionscoëfficienten für die Combinationen

	Berechnet	Beobachtet
Wasserstoff—Sauerstoff	$k = 0{\cdot}788$	0·722
Wasserstoff—Kohlensäure . . .	0·600	0·556
Wasserstoff—Kohlenoxyd . . .	0·761	0·642
Wasserstoff—Schwefelige Säure .	0·499	0·480
Kohlenoxyd—Sauerstoff	0·218	0·180
Kohlenoxyd—Kohlensäure . . .	0·161	0·160
Sauerstoff—Kohlensäure . . .	0·160	0·161
Sumpfgas—Kohlensäure	0·180	0·159
Stickoxydul—Kohlensäure . . .	0·120	0·089
Luft—Kohlensäure	0·161	0·142.

Die nach der neuen Formel berechneten Zahlen stimmen im ganzen ebenso gut mit den beobachteten, als die nach der früheren Formel gefundenen. Hingegen weichen die nach der neuen Formel berechneten mittleren Weglängen in ihren Verhältnissen von den Graham'schen mehr ab, als die oben berechneten. Man findet für

Wasserstoff	$\lambda = 0{\cdot}0000143$
Sauerstoff	99
Kohlensäure	59
Schwefelige Säure . .	48
Sumpfgas	61
Stickoxydul	42
Luft	71.

Für die mittlere Weglänge des Kohlenoxyds ergibt sich aus den Combinationen

Wasserstoff—Kohlenoxyd . . .	$\lambda = 0{\cdot}0000074$
Kohlenoxyd—Sauerstoff	60
Kohlenoxyd—Kohlensäure . . .	90.

In Folge der grossen Abweichung zwischen diesen drei Werthen muss man wohl die aus der Hypothese von Clausius gerechnete Formel als die weniger den Versuchen entsprechende erklären.

Die frühere Formel empfiehlt sich ausserdem noch durch ihren symmetrischen Bau und ist auch das ihrer Ableitung zu Grunde gelegte Maxwell'sche Gesetz der Geschwindigkeitsvertheilung dasjenige, welches der wirklichen Art der Vertheilung der Geschwindigkeiten unter die Molecüle in grösserer Annäherung entspricht, als das von Clausius angenommene.

Obwohl die dynamische Theorie der Gase, insofern sie sich auf die Hypothese der elastischen Kugeln stützt, nothwendig mangelhaft bleiben muss, da die innerhalb der Molecüle vorhandene Bewegung nicht in Rechnung gebracht wird, auch die Vorstellung von Kugeln für die mehratomigen Molecüle vielleicht nicht die passendste ist, so ist doch auch durch die mit der Theorie der Diffusion gewonnenen Resultate die Wichtigkeit der Hypothese der elastischen Kugeln zur Erforschung der molecularen Eigenschaften der Gase genügend bewiesen.

Es steht aber die Hypothese der elastischen Kugeln mit der Erfahrung insofern nicht in Übereinstimmung, als sie das Gesetz der Abhängigkeit des Reibungs- und Diffusionscoëfficienten von der Temperatur um die Potenz $^1/_2$ zu niedrig liefert. Betrachtet man die Formel für den Reibungscoëfficienten

$$\mu = \frac{p}{a_1}$$

so ist in derselben p der absoluten Temperatur proportional nach dem Gesetze von Gay-Lussac, die Anzahl a_1 der Zusammenstösse aber ist der Quadratwurzel aus derselben proportional. Die Übereinstimmung mit der Erfahrung wäre also hergestellt, sobald die Anzahl der Zusammenstösse in der Zeiteinheit unabhängig wird von der Geschwindigkeit, mit der sich die Molecüle bewegen. Nehmen wir eine der beiden Formeln für a_1, z. B. die von Clausius

$$a_1 = \frac{4}{3} N_0 \pi s_1^2 c_1$$

so ist ersichtlich, dass a_1 unabhängig wird von c_1, sobald s_1^2 dem c_1 verkehrt proportional ist.

Die Vorstellung, dass der Durchmesser eines Molecüls abhängig ist von der Temperatur, und zwar mit steigender Temperatur kleiner wird, mag auf den ersten Blick als eine abenteuerliche erscheinen, sie hat aber doch einen ganz klaren mechanischen Sinn. Betrachtet man die Molecüle als elastische Kugeln, so drückt man dadurch eigentlich aus, dass die Molecüle mit abstossenden Kräften auf einander wirken, welche Kräfte aber erst in Action treten, wenn die Molecüle in eine bestimmte Distanz, die Summe der Radien der beiden Kugeln, zu einander kommen. Die Intensität der Wechselwirkung ist aber dann so gross, dass die in die Verbindungslinie fallende Componente der relativen Geschwindigkeit in ausserordentlich kurzer Zeit vernichtet und umgekehrt wird. Fasst man die Abstossung zwischen den Molecülen als eine wenn auch auf beschränkte Distanz fernwirkende Kraft auf, so hat dann der Durchmesser eines Molecüls die Bedeutung jener Distanz zweier gleichartiger Molecüle, in welcher etwa bei einem centralen Zusammenstoss ihre relative Geschwindigkeit vernichtet und umgekehrt wird. Wenn also gesagt wird, Molecüle mit grösseren Geschwindigkeiten haben kleinere Durchmesser, so heisst das nur, dass die Abstossung zwischen den Molecülen auf einem längeren Wege thätig sein muss, um die zur Vernichtung einer grösseren lebendigen Kraft nöthige Arbeit leisten zu können. Die Annahme eines ver-

änderlichen Durchmessers ist von diesem Standpunkte aus die natürliche. Denkt man sich der Einfachheit wegen das eine der Molecüle fest, und die Abstossung zwischen beiden der Art, dass ihr Potential durch die $-n^{\text{te}}$ Potenz der Distanz der beiden Molecüle s ausgedrückt wird, so wird die lebendige Kraft des bewegten Molecüls, wenn sie in grosser Entfernung von dem andern $\frac{mc^2}{2}$ war, in der Distanz s Null werden, wenn

$$\frac{mc^2}{2} = \frac{k}{s^n}$$

und daraus folgt umgekehrt

$$s^n = \frac{2k}{mc^2}.$$

Soll nun z. B. s^2 der Geschwindigkeit c verkehrt proportional sein, so muss $n = 4$, die abstossende Kraft also der fünften Potenz der Distanz verkehrt proportional gesetzt werden und das ist die von Maxwell über die Wechselwirkung zwischen den Molecülen gemachte Hypothese. Es lässt sich zwar der Fall, in welchem die Abstossung zwischen den Molecülen als Folge einer fernwirkenden Kraft angesehen wird, an die obige Formel für μ nicht unmittelbar übertragen, weil es jetzt eine endliche Anzahl von Zusammenstössen nicht mehr gibt, sondern nur eine endliche Grösse der in der Zeiteinheit übertragenen Bewegungsmenge; der Effect für das Endresultat aber ist der hier bezeichnete.

Obwohl diese Hypothese das mit der Erfahrung stimmende Temperaturgesetz für die Coëfficienten der inneren Reibung und der Diffusion liefert, so ist selbe doch auch nicht für mehr als eine Approximation an die Wahrheit anzusehen, da ja die über innere Arbeit in den Gasen bekannten Thatsachen fernwirkende abstossende Kräfte zwischen den Molecülen ausschliessen. Gegenüber dieser Hypothese ist die der elastischen Kugeln eine andere Art der Annäherung an die wirklich vorhandenen Verhältnisse und ich betrachte diese Kugeln nicht blos für figürliche Ausdrücke von Kraftsphären, sondern lege ihnen eine reale Bedeutung bei, mich der schon oft ausgesprochenen Ansicht an-

schliessend, nach welcher die zu Molecülen verbundenen Atome von Hüllen verdichteten Äthers umgeben sind. Die Abstossung zwischen den Molecülen selbst halte ich nicht als Folge fernwirkender, von den Massen der Atome ausgehender Centralkräfte, sondern als Folge der Wechselwirkung der Äthersphären bei Berührung und Durchdringung. Nach der Hypothese der elastischen Kugeln sind diese Äthersphären scharf begrenzt, die Dichte des Äthers ändert sich beim Übergange von einer Hülle zum freien Äther sprungweise, die Hypothese einer mit der Distanz abnehmenden Kraft aber bedeutet nichts anderes als eine allmälige Abnahme der Dichte, einen continuirlichen Übergang derselben von den grösseren Werthen in der Nähe der Atome zu dem kleineren Werthe im freien Äther.

Auch wenn man die Molecüle als scharf begrenzte Kugeln betrachtet, kann man annehmen, dass die Umkehr der Geschwindigkeiten beim Zusammenstoss nicht plötzlich, sondern in einer mit wachsenden Geschwindigkeiten wachsenden Zeit erfolge und mit einer theilweisen Durchdringung der Kugeln verbunden sei.

Aus einer solchen Annahme würde allerdings das bisher als erfahrungsmässig richtig angenommene Temperaturgesetz nicht folgen, sondern ein complicirteres; z. B. der Diffusionscoëfficient würde statt dem Quadrate der absoluten Temperatur einer Summe von zwei Gliedern proportional, deren eines die Potenz $^3/_2$, das andere eine höhere als die zweite Potenz der absoluten Temperatur enthielte, und damit ist schon eine grössere Annäherung an die Erfahrung erzielt. Es ist eben zu beachten, dass bei der Kleinheit des Temperaturintervalles, innerhalb dessen die Beobachtungen liegen, aus den Diffusionsversuchen nur gefolgert werden kann, dass keine andere einfache Potenz der Temperatur den Beobachtungen besser entspricht, als die zweite, nicht aber, dass auch keine andere Function der Temperatur mit derselben Annäherung denselben sich anschmiegt.

Die Ansicht, dass die Molecüle Kugeln aus verdichtetem Äther bestehend darstellen, führte mich nun zu folgender Betrachtung.

Das Licht pflanzt sich im leeren Raume mit einer grösseren Geschwindigkeit fort, als in anderen Medien, z. B. in Gasen. Nach Fresnel liegt die Ursache davon darin, dass die mittlere Dichte

des Äthers innerhalb der Körper eine grössere ist, als im leeren Raume. Wenn nun die Gasmolecüle Kugeln von solchem verdichteten Äther sind, so ist eine Beziehung zwischen den Brechungsquotienten der Gase und den Grössen ihrer Molecüle zu erwarten der Art, dass Gase mit grösseren Molecülen das Licht stärker brechen, als Gase mit kleineren Molecülen.

Da durch die Grössen der Molecüle die mittlere Länge des Weges, den ein Molecül von einem bis zum nächsten Zusammenstosse macht, bestimmt ist, so müssen also die Gase, für welche die mittlere Weglänge einen grösseren Werth hat, kleinere Brechungsquotienten besitzen.

Die Vergleichung der von Dulong bestimmten Brechungsquotienten der Gase mit ihren mittleren Weglängen lässt auch wirklich das Vorhandensein der erwarteten Beziehung erkennen. Im Folgenden sind die bei den Diffusionsversuchen verwendeten Gase mit ihren oben berechneten mittleren Weglängen λ und den von Dulong bestimmten Brechungsquotienten aufgeführt.

Wasserstoff . . .	$\lambda = 0{\cdot}0000139$	$n = 0{\cdot}000138$
Sauerstoff	74	272
Luft	71	294
Kohlenoxyd . . .	65	340
Sumpfgas	59	443
Kohlensäure . . .	50	449
Stickoxydul . . .	42	503
Schwefelige Säure .	39	665.

Während die mittleren Weglängen eine Reihe von abnehmenden, bilden die Brechungsquotienten eine Reihe von wachsenden Zahlen. Merkwürdiger Weise geben sogar für sechs der angeführten Gase, und zwar jene, für welche die hier zur Anwendung kommenden Grössen am genauesten bestimmt sein dürften, die Producte aus der mittleren Weglänge und dem Überschuss des Brechungsquotienten über die Einheit nahezu eine constante Zahl. Man erhält den Factor 10^{-11} weglassend für

Wasserstoff	$(n-1)\lambda = 192$
Sauerstoff	201
Luft	209

Kohlenoxyd	221
Kohlensäure	224
Stickoxydul	211

hingegen folgt für Sumpfgas die Zahl 271, für schwefelige Säure 259.

Benützt man die aus den Graham'schen Versuchen abgeleiteten Werthe der mittleren Weglängen, so ergibt sich auch für die andern in der obigen Reihe nicht enthaltenen Gase die Beziehung, dass den grösseren Brechungsquotienten die kleineren Weglängen entsprechen. Ein Gesetz lassen jedoch die verschiedenen Zahlen nicht erkennen.

Es scheinen mir auch die Bestimmungen der mittleren Weglängen, zum Theil auch die der Brechungsquotienten nicht jenen Grad von Sicherheit zu besitzen, dass man jetzt schon von einer Discussion der verschiedenen, für diese Grössen vorliegenden Zahlen einen Erfolg erwarten könnte. Es muss vor der Hand genügen, auf die grosse Wahrscheinlichkeit des Vorhandenseins einer einfachen Beziehung zwischen diesen aus zwei so verschiedenen Erscheinungsgebieten abgeleiteten Constanten hingewiesen zu haben, eine Beziehung, die um so merkwürdiger ist, als die beiden Reihen dieser Constanten, jede für sich, keine gesetzmässige Relation zu den übrigen Bestimmungsgrössen der Gase erkennen lassen.

Die folgenden Abschnitte dieser Abhandlung enthalten von einigen im vorhergehenden gebrauchten Formeln die Entwicklungen oder die nöthigen Andeutungen dazu. Diese Formeln sind zum Theil auch schon von andern abgeleitet worden.

Das Princip, nach welchem die Anzahl der Zusammenstösse, welche zwischen den Molecülen eines Gases in der Zeiteinheit erfolgen, berechnet werden kann, verdankt man Clausius[1]. Die hier demselben gegebene Begründung ist jedoch wohl einfacher. Die Formel, welche zur Berechnung der Anzahl der Zusammenstösse zwischen den verschiedenen Molecülen eines Gemenges, das von Clausius benützte Gesetz der Geschwindigkeits-

[1] Pogg. Ann. CV. 249.

vertheilung angenommen, führt, findet sich auch schon in einer von Clausius veröffentlichten Notiz [1].

Dieselbe Anzahl ist unter der Voraussetzung des Maxwell'schen Gesetzes zuerst von diesem selbst [2], jedoch in nicht ganz strenger Weise bestimmt worden. Das im folgenden eingeschlagene Verfahren hat übrigens auch schon O. E. Meyer [3] bei der Berechnung der Anzahl der Zusammenstösse zwischen den gleichartigen Molecülen eines Gases zur Anwendung gebracht.

Was die im zweiten Abschnitte enthaltenen Betrachtungen, die Berechnung der Mittelwerthe der Geschwindigkeiten nach dem Stoss und der von ihnen abhängigen Grössen, ferner die im dritten Abschnitte enthaltene Berechnung der bei den Zusammenstössen von den Molecülen einer Art auf die der andern Art übertragene Bewegungsgrösse anbetrifft, so ist mir nicht bekannt, dass dieser Gegenstand schon anderswo behandelt wäre. Selbst, was die Formeln für die Geschwindigkeiten nach dem Stoss anbetrifft, weiss ich nicht, ob sie in dieser Form schon irgendwo aufgestellt sind.

Hingegen wurde seit Krönig die Formel für den Druck eines Gases wiederholt zum Theil auch in unrichtiger Weise reproducirt. Ich wollte hier hauptsächlich hervorheben, dass die Formel von dem Gesetz der Geschwindigkeitsvertheilung unabhängig ist, wenn man das mittlere Quadrat der Geschwindigkeit in dieselbe einführt, dass sie aber von dem Vertheilungsgesetze abhängig wird, sobald man das mittlere Quadrat durch das Quadrat des Mittels der Geschwindigkeiten ersetzt.

Die Grösse der inneren Reibung ist unter der Annahme, dass die Geschwindigkeit der Molecularbewegung für alle Molecüle dieselbe ist, von Maxwell [4], O. E. Meyer [5] und v. Lang [6] bestimmt worden, jedoch in anderer Weise als es hier geschieht. Die Maxwell'sche Bestimmung dieser Grösse nach

[1] Phil. Mag. (4). XIX. 434.
[2] Phil. Mag. (4). XIX. 19.
[3] De gasorum theoria. Vratislaviae. 1866.
[4] Phil. Mag. (4). XIX. 19.
[5] Pogg. Ann.
[6] Sitzungsber. LXIV. 2. Abth.

seiner neuen Theorie[1] beruht natürlich auf ganz anderen Grundlagen.

I. Die Anzahl der Zusammenstösse.

Eine Kugel vom Radius r_1 bewege sich mit der Geschwindigkeit c_1 in einem Raume, in welchem eine sehr grosse Zahl von Kugeln, alle vom Radius r_2, in gleichartiger Vertheilung fixirt sind, so dass auf die Raumeinheit n_2 Mittelpunkte solcher Kugeln entfallen. So oft die Bahn der ersten Kugel dem Mittelpunkte einer Kugel zweiter Art näher als auf die Distanz r_1+r_2 kommt, findet ein Zusammenstoss statt. Die Anzahl der Zusammenstösse in der Zeiteinheit ist daher gleich der Anzahl der Mittelpunkte der fixen Kugeln in dem Cylinder, dessen Basis ein Kreis vom Radius r_1+r_2, dessen Länge der von der bewegten Kugel beschriebene Weg c_1 ist, also

$$n_2\pi(r_1+r_2)^2c_1 = n_2\pi s^2c_1$$

wenn s für r_1+r_2 geschrieben wird. Der von der bewegten Kugel beschriebene Weg c_1, durch diese Anzahl dividirt, gibt die mittlere Länge des Weges, den diese Kugel von einem bis zum nächsten Zusammenstosse macht.

Befindet sich die fix gedachte Gruppe von Kugeln in einer allen gemeinschaftlichen Bewegung, so ist die Anzahl der in der Zeiteinheit erfolgenden Zusammenstösse durch dieselbe Formel bestimmt, nur ist statt c_1 die relative Geschwindigkeit der ersten Kugel gegen die andern zu setzen. Sind die Componenten der Geschwindigkeit der ersten Kugel x_1, y_1, z_1 und x_2, y_2, z_2 die der zweiten, so ist die Anzahl der Zusammenstösse

$$n_2\pi s^2 r,$$

unter r die relative Geschwindigkeit verstanden, so dass

$$r^2 = (x_1-x_2)^2+(y_1-y_2)^2+(z_1-z_2)^2.$$

Hat man statt der einen n_1 Kugeln mit denselben Geschwindigkeitscomponenten x_1, y_1, z_1, so wird die Anzahl der

[1] Phil. Mag. (4). XXXV. 129.

Zusammenstösse der n_1 Kugeln erster mit den n_2 zweiter Art $n_1 n_2 \pi s^2 r$.

Ist nicht nur eine Gruppe von Kugeln zweiter Art vorhanden, sondern deren mehrere, etwa unendlich viele verschieden bewegte, so findet man die gesammte Anzahl der Zusammenstösse einer Kugel erster mit denen zweiter Art durch Summirung der Zusammenstösse der einen Kugel mit jeder einzelnen Gruppe, also durch Summirung des Ausdruckes $n_2 \pi s^2 r$.

Ist nicht eine, sondern sind n_1 Kugeln mit den Componenten x_1, y_1, z_1 vorhanden, so wird die Anzahl der Zusammenstösse dieser mit allen andern $n_1$mal die soeben angegebene Summe, und sind auch von den Kugeln erster Art sehr viele verschieden bewegte, so erhält man die Anzahl der Zusammenstösse durch doppelte Summirung des Ausdruckes $n_1 n_2 \pi s^2 r$.

Nimmt man, der Hypothese von Clausius entsprechend, die Geschwindigkeiten der Kugeln, von denen n_2 eine Gruppe darstellen, alle $= c_2$, aber nach allen möglichen Richtungen im Raume gleichmässig vertheilt, und entfallen N_2 solcher Kugeln auf die Raumeinheit, so hat man

$$n_2 = N_2 \frac{dO}{4\pi}$$

zu setzen, worin dO das Element einer Kugelfläche vom Radius 1 bedeutet, dessen Lage durch die Cosinus $\frac{\xi_2}{c_2}$, $\frac{\eta_2}{c_2}$, $\frac{\zeta_2}{c_2}$ bestimmt ist, wenn ξ_2, η_2, ζ_2 die Componenten der Geschwindigkeit c_2 bedeuten.

Wählt man die Richtung der Geschwindigkeit der ersten Kugel, welche c_1 sein soll, zur Axe der x, so werden ihre Componenten $\xi_1 = c_1$, $\eta_1 = 0$, $\zeta_1 = 0$, und bildet die Richtung der Geschwindigkeit c_2 mit der Axe der x den Winkel θ, und die Ebene, welche die Richtung von c_2 und die Axe der x enthält, mit der xz Ebene den Winkel φ, so ist

$$\xi_2 = c_2 \cos\theta,\ \ \eta_2 = c_2 \sin\theta \sin\varphi,\ \ \zeta_2 = c_2 \sin\theta \cos\varphi$$

und $dO = \sin\theta d\theta d\varphi$. Die Anzahl a' der Zusammenstösse der ersten Kugel mit den übrigen ist also gegeben durch

$$a' = N_2\pi s^2 \cdot \frac{1}{4\pi}\iint \sqrt{c_1^2+c_2^2-2c_1c_2\cos\vartheta}\,\sin\vartheta d\vartheta d\varphi$$

und ist die Integration nach φ auszuführen von 0 bis 2π, nach ϑ von 0 bis π. Man erhält

$$a' = N_2\pi s^2 \cdot \frac{3c_1^2+c_2^2}{3c_1} \text{ wenn } c_1 > c_2$$

$$a' = N_2\pi s^2 \cdot \frac{c_1^2+3c_2^2}{3c_2} \text{ wenn } c_1 < c_2$$

$$a' = N_2\pi s^2 \cdot \frac{4c_1}{3} \text{ wenn } c_1 = c_2.$$

Sind die Kugeln zweiter Art einerlei mit der Kugel erster Art, so ist die Anzahl der Zusammenstösse, welche eine Kugel in der Zeiteinheit erleidet,

$$a_1 = \frac{4}{3} N\pi s^2 c_1$$

wenn N solcher Kugeln in der Raumeinheit vorhanden sind.

Sind N_1 Kugeln erster Art mit gleichen Geschwindigkeiten c_1, die aber nach allen Richtungen des Raumes vertheilt sind, vorhanden, so hat man

$$n_1 = N_1 \frac{dO}{4\pi}$$

zu setzen und die nochmalige Integration des obigen Ausdruckes gibt die Anzahl der in der Zeiteinheit erfolgenden Zusammenstösse zwischen den Kugeln erster und zweiter Art

$$a = N_1 N_2 \pi s^2 \frac{3c_1^2+c_2^2}{3c_1}$$

unter der Voraussetzung, dass c_1 die grössere der Geschwindigkeiten c_1 und c_2 ist.

Nach Maxwell ist die Anzahl jener von N_2 Molecülen, deren zur Axe der x parallele Componente der Geschwindigkeit zwischen ξ_2 und $\xi_2+d\xi_2$ liegt, gleich

$$\frac{N_2}{\alpha_2\sqrt{\pi}} e^{-\frac{\xi_2^2}{\alpha_2^2}} d\xi_2$$

und die Anzahl jener, deren Componenten zwischen ξ_2, η_2, ζ_2 und $\xi_2+d\xi_2$, $\eta_2+d\eta_2$, $\zeta_2+d\zeta_2$ liegen, welche Anzahl mit dN_2 bezeichnet werden soll, ist gegeben durch

$$dN_2 = \frac{N_2}{\alpha_2^3\pi\sqrt{\pi}} e^{-\frac{\xi_2^2+\eta_2^2+\zeta_2^2}{\alpha_2^2}} d\xi_2 d\eta_2 d\zeta_2 .$$

Die Formel für die Anzahl a' der Zusammenstösse zwischen einer Kugel erster Art, deren Geschwindigkeit die Componenten ξ_1, η_1, ζ_1 hat, und den Kugeln zweiter Art wird

$$a' = \pi s^2 \iiint r dN_2,$$

worin

$$r = \sqrt{(\xi_1-\xi_2)^2+(\eta_1-\eta_2)^2+(\zeta_1-\zeta_2)}$$

und sind die drei Integrationen nach ξ_2, η_2, ζ_2, jede von $-\infty$ bis $-\infty$ zu erstrecken. Setzt man

$$\xi_1^2+\eta_1^2+\zeta_1^2 = u_1^2$$
$$\xi_2^2+\eta_2^2+\zeta_2^2 = u_2^2,$$

wählt die Richtung der Geschwindigkeit u_1 als Axe eines Polarcoordinatensystems, nennt ϑ den Winkel, den u_2 mit dieser Axe bildet, und φ den Winkel, den die Ebene u_1u_2 mit einer fixen durch u_1 gelegten einschliesst, so ist

$$a' = \frac{N_2 s^2}{\alpha_2^3\sqrt{\pi}} \iiint e^{-\frac{u_2^2}{\alpha_2^2}} \sqrt{u_1^2+u_2^2-2u_1u_2\cos\vartheta} \, . \, u_2^2 du_2 \sin\vartheta d\vartheta d\varphi$$

und die Integration ist nach φ von 0 bis 2π, nach ϑ von 0 bis π, nach u_2 von 0 bis ∞ zu erstrecken.

Die Integration nach φ liefert den Factor 2π, jene nach ϑ, welche sich auf den Ausdruck

$$\sqrt{u_1^2+u_2^2-2u_1u_2\cos\vartheta} \, . \sin\vartheta d\vartheta$$

erstreckt, gibt den Factor

$$\frac{6u_1^2+2u_2^2}{3u_1} \text{ wenn } u_1 > u_2$$

$$\frac{2u_1^2+6u_2^2}{3u_2} \text{ wenn } u_1 < u_2.$$

Es muss also das Intervall der Integration nach u_2 abgetheilt werden in ein von 0 bis u_1 reichendes, in welchem $u_2 < u_1$ ist, und in ein von u_1 bis ∞ sich erstreckendes, in welchem dann $u_2 > u_1$ ist. Ein Theil der sich ergebenden Ausdrücke lässt sich vollständig auswerthen, ein Theil aber auf das Integral

$$\int e^{-\frac{u_2^2}{\alpha_2^2}} du_2$$

reduciren. Man erhält

$$a' = N_2 s^2 \sqrt{\pi} \left[\alpha_2 e^{-\frac{u_1^2}{\alpha_2^2}} + \frac{2u_1^2 + \alpha_2^2}{\alpha_2 u_1} \int e^{-\frac{u^2}{\alpha_2^2}} du\right]$$

und ist das in dieser Formel enthaltene Integral von 0 bis u_1 zu nehmen.

Die Anzahl der Molecüle des ersten Gases, deren Geschwindigkeitscomponenten zwischen ξ_1, η_1, ζ_1 und $\xi_1 + d\xi_1$, $\eta_1 + d\eta_1$, $\zeta_1 + d\zeta_1$ liegen, ist

$$dN_1 = \frac{N_1}{\alpha_1^3 \pi \sqrt{\pi}} e^{-\frac{\xi_1^2 + \eta_1^2 + \zeta_1^2}{\alpha_1^2}} d\xi_1 d\eta_1 d\zeta_1.$$

Die Anzahl der Zusammenstösse a der N_1 Kugeln erster Art mit den Kugeln zweiter Art wird sonach bestimmt sein durch

$$a = \iiint a' dN_1$$

und sind die drei Integrationen nach ξ_1, η_1, ζ_1 alle von $-\infty$ bis $+\infty$ zu nehmen. Sie lassen sich nach Einführung eines Polarcoordinatensystems vollständig ausführen und man erhält

$$a = 2N_1 N_2 s^2 \sqrt{\pi} \sqrt{\alpha_1^2 + \alpha_2^2}.$$

Die Grössen α_1 und α_2 kann man durch die mittleren Geschwindigkeiten der Kugeln oder durch die mittleren Quadrate ihrer Geschwindigkeiten ausdrücken.

Bezeichnet man die mittleren Geschwindigkeiten mit v_1 und v_2, die mittleren Quadrate mit c_1^2 und c_2^2, so ist

$$v_1 = \frac{1}{N_1} \iiint u_1 dN_1 = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \alpha_1$$

$$c_1^2 = \frac{1}{N_1} \iiint u_1^2 dN_1 = \frac{3}{2} \alpha_1^2.$$

Es findet also zwischen der mittleren Geschwindigkeit und dem mittleren Quadrate der Geschwindigkeiten die Relation

$$\frac{\pi}{8} v_1^2 = \frac{1}{3} c_1^2.$$

Ebenso ist

$$v_2 = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \alpha_2, \quad c_2^2 = \frac{3}{2} \alpha_2^2.$$

Führt man in die Formel für a die Grössen v_1 und v_2 ein, so folgt

$$a = N_1 N_2 \pi s^2 \sqrt{v_1^2 + v_2^2}.$$

Die Anzahl der Zusammenstösse unter den nach allen möglichen Richtungen bewegten Molecülen der beiden Arten ist also gerade so gross, als bewegten sich alle Molecüle der ersten Art mit ihrer mittleren Geschwindigkeit nur in einer und die Molecüle der zweiten Art mit ihrer mittleren Geschwindigkeit in einer darauf senkrechten Richtung.

Für die Anzahl der Zusammenstösse a_1 eines Molecüls mit einem System gleichartiger Molecüle folgt

$$a_1 = N \pi s^2 v \sqrt{2}.$$

II. Die Geschwindigkeiten nach dem Stoss.

Stossen zwei Kugeln von den Massen m_1 und m_2 mit den Geschwindigkeiten u_1 und u_2 central zusammen, so sind ihre Geschwindigkeiten nach dem Stoss u'_1 und u'_2 bestimmt durch die Gleichungen

$$m_1 u'_1 + m_2 u'_2 = m_1 u_1 + m_2 u_2$$
$$u'_1 - u'_2 = -e(u_1 - u_2),$$

worin $e = 1$, wenn die Kugeln vollkommen elastisch, $e = 0$, wenn sie unelastisch sind. Aus diesen zwei Gleichungen findet man

$$u'_1 = u_1 - \frac{m_2(1+e)}{m_1+m_2}(u_1 - u_2)$$

$$u'_2 = u_2 - \frac{m_1(1+e)}{m_1+m_2}(u_2 - u_1).$$

Ist der Zusammenstoss kein centraler, so findet man die Geschwindigkeiten nach dem Stoss in folgender Weise:

Man zerlege die Geschwindigkeit der ersten Kugel in zwei Componenten, eine, welche in die Verbindungslinie der beiden Centra während des Zusammenstosses fällt, sie sei u_1, und eine zu dieser senkrechte, sie sei w_1. Ebenso zerlege man die Geschwindigkeit der zweiten Kugel in eine centrale Componente u_2 und in eine laterale w_2. Durch den Stoss werden nur die Componenten u_1 und u_2 verändert und zwar nach den obigen Formeln in u'_1 und u'_2.

Die Geschwindigkeit der ersten Kugel vor dem Stoss habe parallel zu den drei Axen der rechtwinkeligen Coordinaten x, y, z die Componenten x_1, y_1, z_1, die Geschwindigkeit derselben Kugel nach dem Stoss habe parallel zu denselben Axen die Componenten x'_1, y'_1, z'_1. Letztere unterscheiden sich von den ersteren nur durch die Antheile, welche die Änderung der Componente u_1 liefert. Es wird also

$$x'_1 = x_1 - m_2 p \cos\alpha$$
$$y'_1 = y_1 - m_2 p \cos\beta$$
$$z'_1 = z_1 - m_2 p \cos\gamma,$$

worin

$$p = \frac{1+e}{m_1+m_2}(u_1-u_2)$$

gesetzt ist und α, β, γ die Winkel bedeuten, welche die Centrallinie mit den Axen der x, y, z bildet.

Sind die Componenten der Geschwindigkeit der zweiten Kugel vor dem Stoss x_2, y_2, z_2 und nach dem Stoss x'_2, y'_2, z'_2. so wird

$$x'_2 = x_2 + m_1 p \cos\alpha$$
$$y'_2 = y_2 + m_1 p \cos\beta$$
$$z'_2 = z_2 + m_1 p \cos\gamma.$$

Die Geschwindigkeiten u_1 und u_2 sind bestimmt durch die Gleichungen

$$u_1 = x_1 \cos\alpha + y_1 \cos\beta + z_1 \cos\gamma$$
$$u_2 = x_2 \cos\alpha + y_2 \cos\beta + z_2 \cos\gamma.$$

Die Differenz $u_1 - u_2$ ist nichts anderes als die Componente der relativen Geschwindigkeit der ersten Kugel gegen die zweite,

welche in die Centrallinie fällt. Bezeichnet man die relative Geschwindigkeit der ersten Kugel gegen die zweite mit r und ist λ der Winkel, welchen die Richtung von r mit der Centrallinie bildet, so ist

$$u_1 - u_2 = r \cos \lambda.$$

Die Formeln für die Componenten der Geschwindigkeiten nach dem Stoss können daher z. B. für elastische Kugeln, solche werden allein weiterhin in Betracht kommen, so geschrieben werden:

$$x'_1 = x_1 - \frac{2m_2}{m_1+m_2} r \cos \lambda \cos \alpha$$

$$y'_1 = y_1 - \frac{2m_2}{m_1+m_2} r \cos \lambda \cos \beta$$

$$z'_1 = z_1 - \frac{2m_2}{m_1+m_2} r \cos \lambda \cos \gamma$$

für die erste Kugel und

$$x'_2 = x_2 + \frac{2m_1}{m_1+m_2} r \cos \lambda \cos \alpha$$

$$y'_2 = y_2 + \frac{2m_1}{m_1+m_2} r \cos \lambda \cos \beta$$

$$z'_2 = z_2 + \frac{2m_1}{m_1+m_2} r \cos \lambda \cos \gamma$$

für die zweite Kugel.

Denken wir uns die zweite Kugel fest und die erste mit der relativen Geschwindigkeit r gegen dieselbe bewegt. Senkrecht gegen die Richtung von r werde durch den Mittelpunkt der zweiten Kugel O eine Ebene gelegt. Ein Zusammenstoss der beiden Kugeln findet dann statt, wenn der Punkt M, in welchem r diese Ebene durchsticht, von O um weniger als die Summe der Radien der beiden Kugeln beträgt, absteht. Sind r_1 und r_2 die Radien der beiden Kugeln, so liegt also für den Fall eines Zusammenstosses M innerhalb des um O mit dem Halbmesser r_1+r_2 beschriebenen Kreises. Es soll nun die Aufgabe gelöst werden, für den Fall, dass jede Lage des Punktes M innerhalb des bezeichneten Kreises gleich wahrscheinlich ist, den mittleren

Werth der Geschwindigkeitscomponenten nach dem Stosse oder irgend welcher Function derselben zu bestimmen.

O werde zum Mittelpunkt der Coordinaten gewählt, durch *O* eine Parallele zur Richtung von r geführt, sie heisse *OR*. Durch diese und die Axe *OX* werde eine Ebene gelegt, sie schneide die auf *OR* senkrechte Ebene in der Linie *OX'*. Ferner sei *OC* die Centrallinie, die durch *OR* und *OC* gelegte Ebene schneidet die auf *OR* senkrechte Ebene in *OC'*. In dieser Linie liegt der Punkt *M* und zwar ist

$$OM = (r_1 + r_2) \sin \lambda.$$

Die Linie *OC'*, somit auch *OM* bilde mit *OX'* den Winkel φ, so ist ein Flächenelement am Punkte *M* gegeben durch

$$OMd\varphi \,.\, dOM = (r_1 + r_2)^2 \sin \lambda \cos \lambda d\lambda d\varphi.$$

Der Mittelwerth irgend einer Function der Geschwindigkeiten nach dem Stosse wird nun gefunden, wenn man diese Function mit dem eben aufgestellten Ausdrucke eines Flächenelementes multiplicirt, das Product integrirt nach φ von 0 bis 2π, nach λ von 0 bis $\frac{\pi}{2}$ und das Resultat durch $\pi(r_1 + r_2)^2$ dividirt. So wird z. B. der Mittelwerth von x'_1

$$= x_1 - \frac{2m_2}{m_1 + m_2} \frac{r}{\pi} \iint \cos \alpha \cos^2 \lambda \sin \lambda d\lambda d\varphi.$$

Es sind nun noch, damit die Rechnung wirklich ausgeführt werden kann, $\cos \alpha$, $\cos \beta$, $\cos \gamma$ durch λ und φ auszudrücken.

Macht man die aus *O* gezogenen Linien *OR*, *OX*, *OX'*, *OC*, *OC'* gleich lang, so liegen die Punkte *R*, *X*, *X'*, *C*, *C'* auf einer Kugel. Werden sie durch grösste Kreise verbunden, so ist, wenn mit a der Winkel bezeichnet wird, den die Richtung der relativen Geschwindigkeit r mit der Axe der x bildet, der Bogen

$$RX = a, \quad RC = \lambda, \quad CX = \alpha$$

und

$$\cos \alpha = \cos a \cos \lambda + \sin a \sin \lambda \cos \varphi.$$

Nach Einführung dieses Werthes in das obige zweifache Integral und Auswerthung dieses wird der Mittelwerth

$$x'_1 = x_1 - \frac{m_2}{m_1 + m_2} r \cos a$$

oder, da $r \cos a = x_1 - x_2$ ist

$$x'_1 = x_1 - \frac{m_2}{m_1 + m_2}(x_1 - x_2).$$

Es ist also die von der ersten Kugel während eines Zusammenstosses mit der zweiten im Mittel nach der Axe der x gewonnene Bewegungsgrösse

$$m_1 x'_1 - m_1 x_1 = -\frac{m_1 + m_2}{m_1 m_2}(x_1 - x_2).$$

Analoge Formeln erhält man für die andern Componenten der Geschwindigkeit. Zur Ableitung dieser Formeln braucht man jedoch $\cos\beta$ und $\cos\gamma$ ausgedrückt durch φ und λ. Man findet, wenn b und c die Winkel, welche die Richtung der relativen Geschwindigkeit mit den Axen der y und z bildet, bedeuten

$$\cos\beta = \cos b \cos\lambda + \sin b \sin\lambda \cos(Y'OX' + \varphi)$$
$$\cos\gamma = \cos c \cos\lambda + \sin c \sin\lambda \cos(Z'OX' + \varphi).$$

Darin bedeutet $Y'OX'$ den Winkel der Linie OY', in welcher die durch OR und OY gelegte Ebene die auf OR senkrechte Ebene schneidet, mit der Linie OX'. Ebenso bedeutet $Z'OX'$ den Winkel zwischen OX' und der Linie, in welcher die auf OR senkrechte Ebene von der Ebene ORZ geschnitten wird.

Für das mittlere Quadrat von x'_1 erhält man in der angegebenen Weise rechnend

$$x'^2_1 = x^2_1 - \frac{2m_2 x_1 r \cos a}{m_1 + m_2} + \frac{4m_2^2 r^2}{3(m_1 + m_2)^2}(\cos^2 a + {}^1/_4 \sin^2 a).$$

Führt man

$$r \cos a = x_1 - x_2, \quad r^2 \sin^2 a = (y_1 - y_2)^2 + (z_1 - z_2)^2$$

ein, so kann man das Mittel von x'^2_1 auf die Form bringen

$$x'^2_1 = x^2_1 - \frac{2m_2}{(m_1 + m_2)^2}(x_1 - x_2)(m_1 x_1 + m_2 x_2)$$
$$+ \frac{m_2^2}{3(m_1 + m_2)^2}[(y_1 - y_2)^2 + (z_1 - z_2)^2 - 2(x_1 - x_2)^2].$$

Ähnliche Formeln erhält man für y'^2_1 und z'^2_1 und kann daraus die lebendige Kraft, welche die Kugel nach dem Stosse im Mittel besitzen wird, rechnen.

Bezeichnet man mit l_1 und l_2 die lebendigen Kräfte der beiden Kugeln vor dem Stoss, mit l'_1 und l'_2 die lebendigen Kräfte nach dem Stoss, so wird

$$l'_1 = l_1 - \frac{2m_1m_2}{(m_1+m_2)^2}(l_1-l_2) + (m_1-m_2)(x_1x_2+y_1y_2+z_1z_2).$$

Nimmt man die Mittel der lebendigen Kräfte für eine grosse Anzahl von Kugeln, welche nach allen möglichen Richtungen des Raumes sich bewegen, so wird der Mittelwerth von

$$x_1x_2+y_1y_2+z_1z_2 = 0$$

und es bleibt

$$l'_1 = l_1 - \frac{2m_1m_2}{(m_1+m_2)^2}(l_1-l_2).$$

In analoger Weise ergibt sich

$$l'_2 = l_2 + \frac{2m_1m_2}{(m_1+m_2)^2}(l_1-l_2)$$

und aus diesen beiden Gleichungen folgt

$$l'_1 - l'_2 = \left(\frac{m_1-m_2}{m_1+m_2}\right)^2(l_1-l_2).$$

Durch sehr viele unregelmässige Zusammenstösse zwischen zwei Systemen von Kugeln werden also die mittleren lebendigen Kräfte der einzelnen Kugeln einander immer näher und näher gebracht und bildet die Gleichheit dieser lebendigen Kräfte den beharrenden Endzustand.

III. Die übertragene Bewegungsgrösse.

Haben n_1 Kugeln der ersten Art die Geschwindigkeitscomponenten ξ_1+u_1, η_1, ζ_1 und sind in der Raumeinheit n_2 Kugeln der zweiten Art mit den Componenten ξ_2+u_2, η_2, ζ_2, so dass die relative Geschwindigkeit der beiden Systeme

$$r' = \sqrt{(\xi_1-\xi_2+u_1-u_2)^2 + (\eta_1-\eta_2)^2 + (\zeta_1-\zeta_2)^2},$$

so ist die Anzahl der Zusammenstösse, welche zwischen den n_1 Kugeln erster Art mit den anderen in der Zeiteinheit erfolgen,

$$n_1 n_2 \pi s^2 r'$$

und die bei diesen Zusammenstössen von den Kugeln erster Art verlorene mittlere Grösse der zur Axe der x parallelen Bewegung ist

$$n_1 n_2 \pi s^2 \frac{m_1 m_2}{m_1+m_2} r'(\xi_1-\xi_2+u_1-u_2).$$

Die ganze von den Kugeln erster Art, welche sich in der Raumeinheit befinden, an die Kugeln zweiter Art abgegebene Bewegungsgrösse W folgt aus diesem Ausdrucke durch doppelte Summirung nach n_1 und n_2, es wird

$$W = \pi s^2 \frac{m_1 m_2}{m_1+m_2} \Sigma n_1 n_2 r'(\xi_1-\xi_2+u_1-u_2).$$

Ist u_1-u_2 klein gegen die Geschwindigkeiten der Molecularbewegung, so kann man angenähert

$$r' = r + \frac{\xi_1-\xi_2}{r}(u_1-u_2)$$

setzen, worin r die relative Geschwindigkeit der von den progressiven Bewegungen u_1 und u_2 befreit gedachten Molecüle bedeutet, also

$$r = \sqrt{(\xi_1-\xi_2)^2+(\eta_1-\eta_2)^2+(\zeta_1-\zeta_2)^2}$$

ist. Der Ausdruck für W verwandelt sich sodann mit Beschränkung auf die Glieder erster Ordnung bezüglich u_1-u_2 in

$$W = \pi s^2 \frac{m_1 m_2}{m_1+m_2} \Sigma n_1 n_2 r \left[\xi_1-\xi_2+u_1-u_2+\frac{(\xi_1-\xi_2)^2}{r^2}(u_1-u_2)\right].$$

Es ist aber

$$\Sigma n_1 n_2 r(\xi_1-\xi_2) = 0,$$

da für dasselbe r so viel positive als gleich grosse negative Werthe von $\xi_1-\xi_2$ existiren. Ferner ist

$$\Sigma \frac{n_1 n_2}{r}(\xi_1-\xi_2)^2 = \Sigma \frac{n_1 n_2}{r}(\eta_1-\eta_2)^2 = \Sigma \frac{n_1 n_2}{r}(\zeta_1-\zeta_2)^2,$$

also jeder dieser Ausdrücke gleich $\frac{1}{3}$ ihrer Summe, somit

$$\Sigma \frac{n_1 n_2}{r} (\xi_1 - \xi_2)^2 = \frac{1}{3} \Sigma n_1 n_2 r$$

und es bleibt

$$W = \frac{4\pi s^2}{3} \frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2} (u_1 - u_2) \Sigma n_1 n_2 r$$

oder

$$W = \frac{4a}{3} \frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2} (u_1 - u_2),$$

worin

$$a = \pi s^2 \Sigma n_1 n_2 r$$

die Anzahl der Zusammenstösse bedeutet, welche zwischen den von den Geschwindigkeiten u_1 und u_2 befreiten Molecülen der ersten und zweiten Art in der Einheit des Raumes und der Zeit stattfinden.

Ich habe die letzte Formel für W, welche die Grundlage der Theorie der Diffusion bildet, noch auf zwei andere Arten abgeleitet, welche ich hier in Kürze vorführen will.

Die erste Art der Ableitung ist nachgebildet der Theorie der Wärmeleitung von Clausius. Die Richtung der Geschwindigkeiten u_1 und u_2 werde als Axe eines Polarcoordinatensystems genommen, irgend eine durch dieselbe gelegte Ebene als Fundamentalebene. Schliesst mit dieser Axe eine Linie den Winkel θ ein und die Ebene, in welcher die Axe und diese Linie liegen, mit der Fundamentalebene den Winkel φ, so bewegen sich in dieser Richtung von N_1 Molecülen, welche in der Volumseinheit sich befinden,

$$n_1 = \frac{N_1 \sin \theta d\theta d\varphi}{4\pi}$$

Molecüle mit der Geschwindigkeit c_1, wenn das Gas im Zustande der Ruhe sich befindet. Ist aber das Gas in Bewegung, so ist die Anzahl der in der angegebenen Richtung sich bewegenden Molecüle eine andere n'_1 und auch ihre Geschwindigkeit ist eine andere c'_1. Wegen der symmetrischen Vertheilung der Geschwindigkeiten um die gewählte Axe kann man

$$n'_1 = n_1(1 + \beta_1 \cos \theta)$$

setzen, und wird β_1 eine kleine Zahl sein, wenn die Geschwindigkeit u_1 der progressiven Bewegung des Gases klein ist gegen c_1, was vorausgesetzt werden soll.

Die Geschwindigkeit c'_1 ist ferner $= c_1$ mehr jener Componente, welche die allen Molecülen gemeinsame Geschwindigkeit u_1 nach der gewählten Richtung liefert, also

$$c'_1 = c_1 + u_1 \cos\theta.$$

Die in der Zeiteinheit durch die Flächeneinheit in der zur gewählten Polaraxe senkrechten Ebene gehende Anzahl von Molecülen ist nun

$$\Sigma n'_1 c'_1 \cos\theta$$

oder nach Einführung der Werthe von n'_1 und c'_1

$$\frac{N_1}{4\pi}\iint (c_1 + u_1 \cos\theta)(1 + \beta \cos\theta)\cos\theta \sin\theta d\theta d\varphi,$$

welcher Ausdruck nach φ von 0 bis 2π, nach θ von 0 bis π zu integriren ist. Sein Werth ist

$$\frac{N_1}{3}(u_1 + \beta_1 c_1).$$

Die Anzahl der durch die gewählte Flächeneinheit gehenden Molecüle ist aber auch durch die progressive Bewegung des Gases direct bestimmt, sie ist $N_1 u_1$, also hat man

$$\frac{N_1}{3}(u_1 + \beta_1 c_1) = N_1 u_1,$$

woraus sich

$$\beta_1 = \frac{2u_1}{c_1}$$

ergibt. Es bewegen sich also in der durch die Winkel θ und φ bestimmten Richtung

$$\frac{N_1}{4\pi}\left(1 + \frac{2u_1}{c_1}\cos\theta\right)\sin\theta d\theta d\varphi$$

Molecüle mit der Geschwindigkeit

$$c'_1 = c_1 + u_1 \cos\theta.$$

Ebenso findet man, dass in einer durch die analogen Winkel η und ψ bestimmten Richtung

$$\frac{N_2}{4\pi}\left(1+\frac{2u_2}{c_2}\cos\eta\right)\sin\eta d\eta d\psi$$

Molecüle der zweiten Art mit der Geschwindigkeit

$$c'_2 = c_2 + u_2 \cos\eta$$

sich bewegen, und sind die Bedeutungen von N_2, c_2, u_2 für sich klar.

Schliessen die beiden gewählten Richtungen den Winkel δ ein, so ist die relative Geschwindigkeit dieser zwei Gruppen von Molecülen

$$r' = \sqrt{c'^2_1 + c'^2_2 - 2c'_1 c'_2 \cos\delta}$$

also die Anzahl der Zusammenstösse zwischen denselben

$$\frac{1}{16\pi} N_1 N_2 \pi s^2 r' \left(1+\frac{2u_1}{c_1}\cos\theta\right)\left(1+\frac{2u_2}{c_2}\cos\eta\right)\sin\theta\sin\eta d\theta d\eta d\varphi d\psi$$

und multiplicirt man diesen Ausdruck mit

$$\frac{m_1 m_2}{m_1+m_2}(c_1\cos\theta + u_1\cos^2\theta - c_2\cos\eta - u_2\cos^2\eta),$$

so erhält man die bei diesen Zusammenstössen von den Molecülen erster Art an die Molecüle zweiter Art übertragene mittlere Bewegungsgrösse. Die Entwicklung von r' gibt nun

$$r' = r + \frac{c_1 u_1 \cos\theta + c_2 u_2 \cos\eta - (c_1 u_2 \cos\eta + c_2 u_1 \cos\theta)\cos\delta}{r},$$

worin

$$r = \sqrt{c_1^2 + c_2^2 - 2c_1 c_2 \cos\delta}.$$

Führt man diesen Werth von r' oben ein, und führt die Integration über die Kugelfläche zweimal aus, so erhält man

$$W = \frac{4\pi s^2}{3} N_1 N_2 \frac{3c_1^2 + c_2^2}{3c_1}(u_1 - u_2),$$

vorausgesetzt, dass c_1 die grössere der beiden Geschwindigkeiten ist.

Die zweite Art der Ableitung gründet sich auf das **Maxwell**'sche Gesetz der Geschwindigkeitsvertheilung. Bezeichnet man mit x_1 die zur Axe der x parallele Componente eines Molecüls, so sind im ruhenden wie im bewegten Gase alle möglichen Werthe von x_1 von $-\infty$ bis $+\infty$ vorhanden, nur die Wahrscheinlichkeit, dass ein Molecül die bestimmte Componente x_1 habe, ist nicht in beiden Fällen dieselbe. Setzt sich x_1 aus der Componente ξ_1 der Molecularbewegung und der Geschwindigkeit u_1 der Massenbewegung des Gases zusammen, so haben im bewegten Gase ebenso viele Molecüle die Geschwindigkeit x_1, als im ruhenden Gase die Geschwindigkeit ξ_1 besitzen.

Die Anzahl der Molecüle, welche im bewegten Gase eine zwischen x_1 und x_1+dx_1 liegende Componente haben, ist daher

$$\frac{N_1}{\alpha_1\sqrt{\pi}}\, e^{-\frac{\xi_1^2}{\alpha_1^2}}\, d\xi_1 = \frac{N_1}{\alpha_1\sqrt{\pi}}\, e^{-\frac{(x_1-u_1)^2}{\alpha_1^2}}\, dx_1$$

und unter Voraussetzung, dass $\frac{u_1}{\alpha_1}$ eine kleine Zahl

$$\frac{N_1}{\alpha_1\sqrt{\pi}}\, e^{-\frac{x_1^2}{\alpha_1^2}}\left(1+\frac{2x_1u_1}{\alpha_1^2}\right)dx_1.$$

Die Anzahl der Molecüle erster Art, deren Geschwindigkeiten zwischen x_1, y_1, z_1 und x_1+dx_1, y_1+dy_1, z_1+dz_1 liegende Componenten haben, ist also

$$n'_1 = \frac{N_1}{\alpha_1^3\pi\sqrt{\pi}}\, e^{-\frac{x_1^2+y_1^2+z_1^2}{\alpha_1^2}}\left(1+\frac{2x_1u_1}{\alpha_1^2}\right)dx_1\,dy_1\,dz_1.$$

Ebenso ist die Anzahl der Molecüle zweiter Art, deren Geschwindigkeitscomponenten zwischen x_2, y_2, z_2 und x_2+dx_2, y_2+dy_2, z_2+dz_2 liegen, gegeben durch

$$n'_2 = \frac{N_2}{\alpha_2^3\pi\sqrt{\pi}}\, e^{-\frac{x_2^2+y_2^2+z_2^2}{\alpha_2^2}}\left(1+\frac{2x_2u_2}{\alpha_2^2}\right)dx_2\,dy_2\,dz_2.$$

Die Anzahl der zwischen diesen zwei Gruppen in der Einheit der Zeit erfolgenden Zusammenstösse wird

$$\pi s^2 n'_1 n'_2\sqrt{(x_1-x_2)^2+(y_1-y_2)^2+(z_1-z_2)^2},$$

und multiplicirt man diesen Ausdruck noch mit

$$\frac{m_1 m_2}{m_1+m_2}(x_1-x_2),$$

so hat man die bei diesen Zusammenstössen von den Molecülen erster Art verlorene mittlere Bewegungsgrösse.

Die Summe aller dieser Grössen, welche mit W bezeichnet worden ist, gewinnt man durch eine zweimalige Integration des soeben gefundenen Ausdruckes über den ganzen unendlichen Raum. Die Integration lässt sich wirklich ausführen und das Resultat derselben ist

$$\frac{8\sqrt{\pi}s^2}{3}\sqrt{\alpha_1^2+\alpha_2^2}\,\frac{N_1 N_2 m_1 m_2}{m_1+m_2}(u_1-u_2).$$

IV. Druck und innere Reibung.

Befinden sich in der Einheit des Volumens gleichförmig vertheilt n Molecüle, welche sich mit der Geschwindigkeit ξ parallel zur Axe der x bewegen, so ist die Anzahl der Molecüle, welche in der Einheit der Zeit durch die Flächeneinheit einer auf der Axe der x senkrechten Ebene gehen, $n\xi$, und wenn Molecüle mit verschiedenen Geschwindigkeiten ξ vorhanden sind, $\Sigma n\xi$.

Die von den Molecülen eines Gases in der Zeit 1 durch die Fläche 1 getragene Bewegungsgrösse zerlegt nach der Normale zur Fläche, ist der Druck des Gases gegen diese Fläche. Es ist also

$$p=\Sigma n\xi . m\xi=\Sigma nm\xi^2.$$

Der Druck gegen zwei zu den Axen der y und z senkrechte Ebenen wird $\Sigma nm\eta^2$ und $\Sigma nm\zeta^2$. Sind die Geschwindigkeiten der Molecüle nach allen Richtungen des Raumes gleichmässig vertheilt, so ist

$$p=\Sigma nm\xi^2=\Sigma nm\eta^2=\Sigma nm\zeta^2=\frac{1}{3}\Sigma nmc^2,$$

wenn c die Resultante der Componenten ξ, η, ζ ist. Diese Gleichung gilt nicht nur, wenn die Molecüle alle gleicher, sondern auch wenn sie verschiedener Art sind. Sind z. B. zwei Arten Molecüle vorhanden, deren Anzahlen, Massen und Geschwindigkeiten



durch die Indices 1 und 2 unterschieden werden sollen, so kann man die Summe auch in zwei Theile zerlegen und hat

$$p = \frac{1}{3}\,\Sigma n_1 m_1 c_1^2 + \frac{1}{3}\,\Sigma n_2 m_2 c_2^2 = p_1 + p_2,$$

worin p_1 und p_2 die Drücke bezeichnen, welche die einzelnen Gase ausüben würden, wenn sie jedes allein vorhanden wären.

Der Ausdruck $^1/_2 \Sigma nmc^2$ durch die Anzahl N der Molecüle in der Volumseinheit dividirt, gibt den Mittelwerth der lebendigen Kraft eines Molecüls. Bezeichnet man diesen mit l, so ist

$$p = \frac{2}{3} Nl$$

und gilt diese Formel allgemein für einfache Gase und Gemenge, welcher Art auch das Gesetz ist, nach dem die Geschwindigkeiten unter die Molecüle vertheilt sind, wenn nur keine bevorzugten Richtungen vorhanden sind.

Handelt es sich um ein einfaches Gas und bezeichnet man mit c^2 den Mittelwerth der Quadrate der Geschwindigkeiten, so wird

$$p = \frac{1}{3} Nmc^2$$

und für das mittlere Quadrat der Geschwindigkeit folgt aus dieser Gleichung dieselbe Zahl, ob man das von Clausius oder das von Maxwell aufgestellte oder irgend ein anderes Gesetz der Geschwindigkeitsvertheilung annimmt.

Will man aber p nicht durch das mittlere Quadrat, sondern durch die mittlere Geschwindigkeit ausdrücken, dann ändert sich die Formel für p je nach dem angenommenen Vertheilungsgesetze. So besteht, wie schon bemerkt worden, nach dem Maxwell'schen Gesetze zwischen dem mittleren Geschwindigkeitsquadrate c^2 und dem Quadrat der mittleren Geschwindigkeit v die Beziehung

$$\frac{\pi}{8} v^2 = \frac{1}{3} c^2.$$

Es kann also auch

$$p = \frac{\pi}{8} Nmv^2$$

gesetzt werden.

Zur Erklärung der inneren Reibung werde angenommen, ein Gas bewege sich parallel zur Axe der x mit einer Geschwin-

digkeit, welche in der xy-Ebene den Werth u, in einer um z von dieser entfernten Ebene den Werth $u + \frac{du}{dz} z$ hat. Die unter der xy Ebene liegenden Schichten wirken, wenn $\frac{du}{dz}$ positiv ist, verzögernd auf die ober dieser Ebene rascher bewegten. Die auf die Einheit der Fläche reducirte verzögernde Kraft ist $-\mu \frac{du}{dz}$ und heisst μ der Coëfficient der inneren Reibung.

Diese verzögernde Kraft ist die in der Zeiteinheit durch die Flächeneinheit der xy-Ebene von den Molecülen getragene zur Axe der x parallele Bewegungsgrösse. Sind n Molecüle in der Volumseinheit, welche parallel zur Axe der x die Geschwindigkeit ξ', parallel zur Axe der z die Geschwindigkeit ζ haben, so ist die bezeichnete Bewegungsgrösse

$$R = \Sigma nm\xi'\zeta.$$

Die Molecüle, welche mit der Geschwindigkeit $+\zeta$ durch die xy-Ebene von unten nach oben gehen, kommen aus verschiedenen Schichten. Für eines, welches aus der in der Tiefe $-z$ liegenden Schicht kommt, kann

$$\xi' = \xi + u - \frac{du}{dz} z$$

gesetzt werden, worin ξ die zur Axe der x parallele Componente der Geschwindigkeit bedeutet, welche dem Molecül in Folge der Wärmebewegung allein zukommt.

Nimmt man statt aller möglichen Tiefen, aus denen die Molecüle kommen, den Mittelwerth derselben, so wird sich dieser zur mittleren Weglänge λ eines Molecüls verhalten, wie ζ zur mittleren Geschwindigkeit, also wird

$$z = \frac{\zeta}{r} \lambda = \frac{\zeta}{n_1}$$

sein, wenn n_1 die Anzahl der Zusammenstösse, welche ein Molecül in der Zeiteinheit erleidet, bedeutet, und man kann

$$\xi' = \xi + u - \frac{du}{dz} \frac{\zeta}{n_1}$$

setzen. Sonach wird

$$R = \Sigma nm\left(\xi + u - \frac{du}{dz}\frac{\zeta}{a_1}\right)\zeta$$

und da wegen der gleich grossen Anzahl von Molecülen mit positiven und negativen ξ und ζ die Summen $\Sigma nm\xi\zeta$ und $\Sigma nmu\zeta$ verschwinden, so bleibt

$$R = -\frac{1}{a_1}\frac{du}{dz}\Sigma nm\zeta^2 = -\frac{p}{a_1}\frac{du}{dz},$$

woraus sich der Coëfficient der inneren Reibung

$$\mu = \frac{p}{a_1}$$

oder auch durch die mittlere Weglänge ausgedrückt

$$\mu = p\frac{\lambda}{r}$$

ergibt. Nach der Hypothese von Clausius wird

$$\mu = \frac{1}{3}\rho r\lambda$$

unter ρ die Dichte des Gases verstanden. Hingegen erhält man

$$\mu = \frac{\pi}{8}\rho r\lambda,$$

wenn man den Druck durch die aus dem Maxwell'schen Vertheilungsgesetze folgende mittlere Geschwindigkeit darstellt.

XII. SITZUNG VOM 25. APRIL 1872.

Die Marine-Section des k. & k. Reichs-Kriegs-Ministeriums dankt mit Note vom 20. April für die der k. k. Marine-Unterrealschule zu Pola bewilligten akademischen Publicationen.

Der Secretär legt folgende eingesendete Abhandlungen vor:

„Untersuchungen über die Ausdehnung der Hirnrinde, des Hirnmarkes und des Grosshirnes durch die Wärme“, vom Herrn Dr. Ernst Rektorzik, Prof. der Anatomie zu Lemberg.

„Beiträge zur Kenntniss der Entwicklung der Knochenfische“, vom Herrn Dr. Karl Weil.

Herr Dr. Eduard Schreder, Prof. am k. k. deutschen Gymnasium in Brünn, hinterlegt ein versiegeltes Schreiben zur Wahrung seiner Priorität.

Herr Prof. E. Suess legt eine Abhandlung des Herrn Akademikers J. F. Brandt in St. Petersburg vor, betitelt: „Bemerkungen über die untergegangenen Bartenwale (Balaenoiden), deren Reste bisher im Wiener Becken gefunden wurden“.

Herr Hofrath Dr. E. Brücke bespricht den Inhalt seiner in der Sitzung am 11. April vorgelegten Abhandlung: „Studien über die Kohlenhydrate und über die Art, wie sie verdaut und aufgesaugt werden.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

American Journal of Science and Arts. 3d Series. Vol. II, Nrs. 7—12; Vol. III, Nrs. 13—15. New Haven, 1871—1872; 8°.

Annalen der Chemie & Pharmacie, von Wöhler, Liebig & Kopp. N. R. Band LXXXVI, Heft 1. Leipzig & Heidelberg, 1872; 8°.

Apotheker-Verein, allgem. österr.: Zeitschrift. 10. Jahrg., Nr. 12. Wien, 1872; 8°.

Astronomische Nachrichten. Nr. 1883—1885. (Bd. 79, 11.) Altona, 1872; 4°.

Carl, Ph., Repertorium für Experimental-Physik etc. VII. Band, 5. & 6. Heft. München, 1871; 8°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXIV, Nr. 15. Paris, 1872; 4°.

Gesellschaft, österr., für Meteorologie: Zeitschrift. VII. Band, Nr. 8. Wien, 1872; 4°.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXXIII. Jahrgang, Nr. 16. Wien, 1872; 4°.

Landes-Museum, naturhistorisches, von Kärnten: Jahrbuch. X. Heft. Klagenfurt, 1871; 8°.

Nature. Nr. 129. Vol. V. London, 1872; 4°.

Plantamour, E., Nouvelles expériences faites avec le pendule à réversion et détermination de la pesanteur à Génève et au Righi-Kulm. Génève & Bale, 1872; 4°.

Reports on Observations of the Total Solar Eclipse of December 22, 1871. (Washington Observations for 1869. — Appendix I.) Washington, 1871; 4°.

„Revue politique et littéraire" et „La Revue scientifique de la France et de l'étranger. I[re] Année (2[e] Série), Nr. 43. Paris & Bruxelles, 1872; 4°.

Société des Ingénieurs civils: Séance du 5 Avril 1872. Paris; 8°.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXII. Jahrgang, Nr. 16. Wien, 1872; 4°.

Zeitschrift des österr. Ingenieur- & Architekten-Vereins. XXIV. Jahrgang, 5. Heft. Wien, 1872; 4°.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

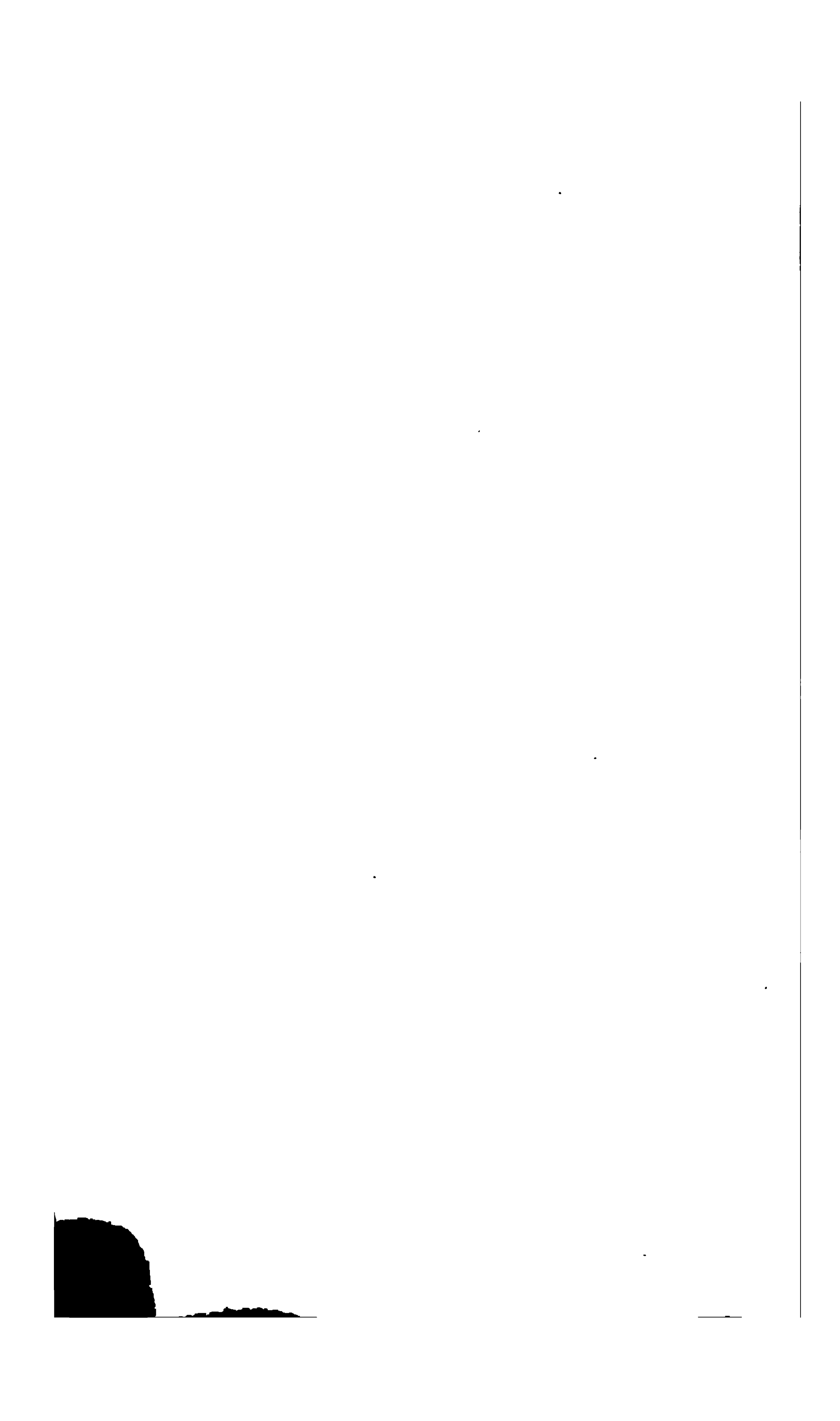
MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

LXV. Band.

ZWEITE ABTHEILUNG.

5.

Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Mathematik, Physik, Chemie, Mechanik, Meteorologie und Astronomie.



XIII. SITZUNG VOM 10. MAI 1872.

Se. Excellenz der Herr Curator-Stellvertreter theilt mit h. Erlass vom 2. Mai d. J. mit, dass ihn der Herr Minister für Cultus und Unterricht ersucht habe, der kais. Akademie für die dem Staats-Gymnasium zu Trebitsch bewilligten Separatabdrücke seinen Dank auszusprechen.

Der Secretär legt folgende eingesendete Abhandlungen vor:

„Uber den Einfluss der Elektricität der Sonne auf den Barometerstand", vom Herrn Director Dr. K. Hornstein in Prag.

„Note über die Functionen X_n^m und Y_n^m", vom Herrn Prof. Leop. Gegenbauer in Krems.

Herr Hofrath Dr. E. Brücke überreicht eine im physiolog. Institute der Wiener Universität durchgeführte Arbeit des Herrn *Cand. med.* Johann Latschenberger: „Über den Bau des Pancreas".

Herr Prof. Dr. Aug. Em. Ritter v. Reuss legt die für die Denkschriften bestimmte dritte Abtheilung seiner „paläontologischen Studien über die älteren Tertiärschichten der Alpen" vor.

Herr Prof. Dr. V. v. Lang übergibt eine Abhandlung des Herrn Prof. Dr. Al. Handl in Lemberg: „Über die Constitution der Flüssigkeiten. (Beiträge zur Moleculartheorie. II.)"

Herr Dr. Sigm. Exner legt eine Abhandlung: „Über die physiologische Wirkung der Iridectomie" vor.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Anderson, John, A Report on the Expedition to Western Yunan viâ Bhamô. Calcutta, 1871; gr. 8°. (Nebst 10 Stück Separatabdrücken aus den „Proceedings of the Zoological Society of London" 1871, und den „Proceedings of the Asiatic Society of Bengal" 1871. 8°.)

Anstalt, k. ungar. geologische: Évkönyve. II. Kötet, 2 füzet. Pest, 1872; kl. 4°. — Mittheilungen. II. Band, 1. Lieferung. Pest, 1872: kl. 4°.

Apotheker-Verein, allgem. österr.: Zeitschrift. 10. Jahrgang, Nr. 13. Wien, 1872; 8°.

Arbeiten des kais. botan. Gartens zu St. Petersburg. I. Band, 1. Lieferung. St. Petersburg, 1871; 8°.

Astronomische Nachrichten. Nr. 1886. (Bd. 79. 14.) Altona, 1872; 4°.

Bericht des k. k. Krankenhauses Wieden vom Solar-Jahre 1870. Wien, 1872; 8°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXIV, Nrs. 16—17. Paris, 1872; 4°.

Gesellschaft, geographische, in Wien: Mittheilungen. Bd. XV (neuer Folge V.), Nr. 4. Wien, 1872; 8°.

— österr., für Meteorologie: Zeitschrift. VII. Band, Nr. 9. Wien, 1872; 4°.

— Deutsche geologische: Zeitschrift. XXIII. Band. 4. Heft. Berlin, 1871; 8°.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXXIII. Jahrgang. Nr. 17—18. Wien, 1872; 4°.

Grunert, Joh. Aug., Archiv der Mathematik & Physik. LIV. Theil, 2. Heft. Greifswald, 1872; 8°.

Hugo, Le Cte Léopold, Les cristalloïdes complexes à sommet étoilé et les solides imaginaires. Paris, 1872; 8°.

Institut Royal Grand-Ducal de Luxembourg: Publications. Tome XII. Luxembourg, 1872; 8°.

Instituut, k., voor de taal-, land- en volkenkunde van Nederlandsch-Indië: Bijdragen. III. Volgrecks. VI. Deel, 2. Stuk. 'S Gravenhage, 1872; 8°.

Jahrbuch, Neues, für Pharmacie und verwandte Fächer, von F. Vorwerk. Band XXXVII, Heft 3. Speyer, 1872; 8°.

Journal für praktische Chemie von H. Kolbe. N. F. Band V, 6. Heft. Leipzig, 1872; 8°.

Landbote, Der steirische. 5. Jahrgang, Nr. 9. Graz, 1872; 4°.

Landwirthschafts-Gesellschaft, k. k.; in Wien: Verhandlungen und Mittheilungen. Jahrgang 1872, Nr. 10. Wien; 8°.

Moniteur scientifique. 364ᵉ Livraison. Paris, 1872; 4°.

Nature. Nr. 130, Vol. V; Nr. 131, Vol. VI. London, 1872; 4°.

Onderzoekingen gedaan in het Physiologisch Laboratorium der Utrechtsche Hoogeschool. III. Recks. I, Aflev. 2. Utrecht, 1872; 8°.

Osservatorio del R. Collegio Carlo Alberto in Moncalieri: Bullettino meteorologico. Vol. VI, Nr. 4. Torino, 1871; 4°.

Reichsanstalt, k. k. geologische: Verhandlungen. Jahrgang 1872, Nr. 7. Wien; 4°.

„Revue politique et litteraire" et „La Revue scientifique de la France et de l'étranger." Iʳᵉ Année (2ᵉ Série), Nrs. 44—45. Paris & Bruxelles, 1872; 4°.

Société philomatique de Paris: Bulletin. Tome VIIᵉ. Janvier—Décembre 1871. Paris; 8°.

Society, The R. Asiatic, of Great Britain & Ireland: Journal. N. S. Vol. V, Part 2. London, 1871; 8°.

Steur, Ch., Ethnographie des peuples de l'Europe avant Jésus-Christ etc. Tome Iᵉʳ. Bruxelles, Paris & Londres, 1872; 4°.

Tommasi, Donato, Sur un nouveau dissolvant de l'iodure plombique et de son application à la pharmacie. Paris, 1872; 8°. — Action de l'iodure plombique sur quelques acétates métalliques. Paris, 1872; 8°. — Sur une combinaison de bioxyde de chrome et de dichromate potassique, dichromate kalichromique. Paris; 4°.

Verein, naturhistor.-medizin., zu Heidelberg: Verhandlungen. Band VI, I. Heidelberg; 8°.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXII. Jahrgang, Nr. 17—18. Wien, 1872; 4°.

Zeitschrift des österr. Ingenieur- und Architekten-Vereins. XXIV. Jahrgang, 6. Heft. Wien, 1872; 4°.

Note über die Functionen X_n^m und Y_n^m.

Von **Leopold Gegenbauer** in Krems.

Setzt man

$$1)\quad X_n^m = \frac{m(m+2)\ldots(m+2n-2}{\Pi(n+2m-1)}\left[(x^2-1)^{\frac{2n+m-1}{2}}\right]^{(n+m-1)}$$

$$2)\quad Y_n^m = \frac{(-1)^{n+1}\,\Pi(m+2n-1)}{m(m+2)\ldots(m+2n-2)}\left[(x^2-1)^{-\frac{2n+m+1}{2}}\right]^{(-n-1)}$$

so sind, wie M. Allé gezeigt hat, die Functionen X_n^m und Y_n^m particuläre Integrale der linearen Differentialgleichung zweiter Ordnung:

$$3)\qquad (1-x^2)y''-(m+1)xy'+n(n+m)y=0$$

welche für $m=1$ in die bekannte Differentialgleichung der Kugelfunctionen übergeht.

Setzt man, um ein neues particuläres Integral der Gleichung 3) zu finden:

$$4)\qquad y = X_n^m \cdot \int \varphi(x)\,dx$$

so erhält man zur Bestimmung von $\varphi(x)$ die Differentialgleichung erster Ordnung:

$$5)\quad (1-x^2)X_n^m\varphi'(x) + [2[X_n^m]' - (m+1)xX_n^m]\varphi(x) = 0$$

Durch Integration dieser Gleichung findet man

$$6)\qquad \varphi(x) = \frac{C}{(1-x^2)^{\frac{m+1}{2}}(X_n^m)^2}$$

und daher ist

$$7)\qquad y = C X_n^m . \int \frac{dx}{(1-x^2)^{\frac{m+1}{2}} (X_n^m)^2}$$

ein particuläres Integral der Differentialgleichung 3). Da zwischen je drei particulären Integralen einer linearen Differentialgleichung zweiter Ordnung eine lineare Gleichung bestehen muss, so hat man

$$8)\qquad A X_n^m + B Y_n^m = C X_n^m . \int \frac{dx}{(1-x^2)^{\frac{m+1}{2}} (X_n^m)^2}$$

wo A, B und C von x unabhängige Grössen sind. Dividirt man die Gleichung 8) durch $B X_n^m$, lässt die willkürliche Integrationsconstante $\frac{A}{B}$ weg und setzt $\frac{C}{B} = D$, so erhält man

$$9)\qquad \frac{Y_n^m}{X_n^m} = D . \int \frac{dx}{(1-x^2)^{\frac{m+1}{2}} (X_n^m)^2} .$$

Differentiirt man die Gleichung 9) nach x, so entsteht die neue Gleichung:

$$10)\qquad X_n^m [Y_n^m]' - Y_n^m [X_n^m]' = \frac{D}{(1-x^2)^{\frac{m+1}{2}}} .$$

Es ist aber

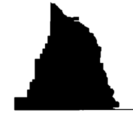
$$11)\qquad [Y_n^m]' = -\frac{1}{m} Y_{n-1}^{m+2}$$

$$12)\qquad [X_n^m]' = m X_{n-1}^{m+2}$$

und demnach lässt sich die Gleichung 10) auch in folgender Form schreiben:

$$13)\qquad m^2 Y_{n-1}^{m+2} Y_n^m + Y_{n-1}^{m+2} X_n^m = -\frac{Dm}{(1-x^2)^{\frac{m+1}{2}}}$$

Differentiirt man nun die Gleichung 13) nach x und berücksichtigt



dabei die Formeln 11) und 12), so erhält man

$$14)\qquad m^2(m+2)^2 X_{n-2}^{m+4}\, Y_n^m - Y_{n-2}^{m+4}\, X_n^m = -\frac{Dm(m-1)(m+2)x}{(1-x^2)^{\frac{m+3}{2}}}$$

Eliminirt man aus den Gleichungen 13) und 14) die Constante D, so erhält man die interessante Relation:

$$15)\qquad m^2 X_{n-1}^{m+2}\, Y_n^m + Y_{n-1}^{m+2} = \frac{1-x^2}{(m+1)(m+2)x}$$
$$[m^2(m+2)^2 X_{n-2}^{m+4}\, Y_n^m - Y_{n-2}^{m+4}\, X_n^m].$$

Eine merkwürdige Relation findet man, wenn man die Gleichung 10) durch $X_n^m \,.\, Y_n^m$ dividirt und die so erhaltene Gleichung

$$16)\qquad \frac{[Y_n^m]'}{Y_n^m} - \frac{[X_n^m]'}{X_n^m} = \frac{D}{(1-x^2)^{\frac{m+1}{2}} .\, X_n^m .\, Y_n^m}$$

nach x integrirt. Man hat nämlich:

$$17)\qquad \log\frac{Y_n^m}{X_n^m} = D\int\frac{dx}{(1-x^2)^{\frac{m+1}{2}}\, X_n^m\, Y_n^m}$$

oder, wenn man für D den durch die Gleichung 13) gegebenen Werth setzt:

$$18)\qquad \int\frac{dx}{(1-x^2)^{\frac{m+1}{2}}\, X_n^m\, Y_n^m} = \frac{m\,[m^2 X_{n-1}^{m+2}\, Y_n^m + Y_{n-1}^{m+2} X_n^m]}{(1-x^2)^{\frac{m+1}{2}}}\log\frac{X_n^m}{Y_n^m}\,.$$

Da

$$19)\qquad X_\rho^{2\sigma+1} = \frac{2^\sigma\Pi(\sigma)}{\Pi(2\sigma)}[P^{(\rho+\sigma)}]^{(\sigma)}$$

$$20)\qquad X_\rho^{2\sigma+1} = \frac{\Pi(2\sigma)}{(-1)^\sigma 2^\sigma \Pi(\sigma)}\,[Q^{(\rho+\sigma)}]^{(\sigma)}$$

ist, so kann man, wenn

$$21)\qquad m = 2s + 1$$

gesetzt wird, die Gleichung 15) auch in folgender Form schreiben:

$$22)\quad \frac{2(2s+1)^2\Pi(s+1)\Pi(2s)}{\Pi(s)\Pi(2s+2)}.[P^{(n+s)}]^{(s+1)}.[Q^{(n+s)}]^{(s)} -$$

$$-\frac{\Pi(s)\Pi(2s+2)}{2\Pi(s+1)\Pi(2s)}.[P^{(n+s)}]^{(s)}.[Q^{(n+s)}]^{(s+1)} =$$

$$+\frac{1-x^2}{2(s+1)(2s+3)x}\left[\frac{4(2s+1)^2(2s+3)^2\Pi(s+2)\Pi(2s)}{\Pi(s)\Pi(2s+4)}.[P^{(n+s)}]^{(s+2)}.\right.$$

$$\left..[Q^{(n+s)}]^{(s)} - \frac{\Pi(s)\Pi(2s+4)}{4\Pi(s+2)\Pi(2s)}.[P^{(n+s)}]^{(s)}.[Q(n+s)]^{(s+2)}\right].$$

Die Gleichung 22) drückt eine bemerkenswerthe, zwischen den Differentialquotienten der Kugelfunctionen erster und zweiter Art bestehende, Relation aus.

Über die Constitution der Flüssigkeiten.

(Beiträge zur Moleculartheorie. II.)

Von Dr. **Alois Handl,**
k. k. Professor in Lemberg.

Über die Art der Bewegungen, von welchen die Wärmezustände der Körper bedingt werden, hat man bis jetzt nur wenige Untersuchungen angestellt; die eigentliche mechanische Wärmetheorie hat sich — und das mit Recht — jeder speciellen Annahme darüber enthalten, und auch sonst sind nur für die gasförmigen Körper von den Herren Krönig[1] und Clausius[2] Ansichten aufgestellt und begründet worden, welche sich des Beifalles der meisten Physiker zu erfreuen hatten, und welche deren Eigenschaften gut zu erklären und eine ziemlich vollkommene Einsicht in das Verhalten ihrer Molecüle zu gewähren im Stande waren. Die Arbeiten von Hrn. Clausius und anderen Physikern haben denn auch viele merkwürdige Wahrheiten auf diesem Gebiete zu Tage gefördert.

Für die flüssigen und festen Körper aber hat man, wie es scheint, noch gar nicht ernstlich versucht, das Verhalten ihrer Molecüle auf eine solche Weise zu erklären, dass diese Erklärung mit der Krönig'- und Clausius'schen Theorie der Gase in Zusammenhang und Übereinstimmung wäre; der letztere hat sich vielmehr einer Ausdrucksweise bedient, welche mehr als eine Beschreibung, denn als eine Erklärung des Verhaltens der Molecüle der genannten Körper angesehen werden kann; und doch musste gerade die Betrachtung der zahlreichen schönen Resultate in der Erweiterung der Kenntnisse über die Beschaffen-

---

[1] Krönig, Pogg. Ann. 99. 315.
[2] Clausius, Pogg. Ann. 100. 353.

heit der Gase, zu welchen die eifrige Verfolgung der Clausius'-schen Theorie geführt hat, zur Ermunterung dienen, auch bei den Körpern der anderen Aggregatzustände ähnliches zu versuchen.

Eine Arbeit von Hrn. Wiener „über das atomistische Wesen des tropfbar flüssigen Körperzustandes“ [1] kann ich in dieser Beziehung nicht gelten lassen, weil sie von der Annahme ausgeht, dass die Körpermolecüle und Äthermolecüle abstossend auf einander einwirken, und weil sie ferner voraussetzt, dass die Schwingungen der Körpertheilchen und der Äthertheilchen unabhängig von einander geschehen, in festen Körpern gleichgerichtet, in flüssigen entgegengesetzt, und weil sie sonst noch manches enthält, was geringe Wahrscheinlichkeit für sich hat und den anderweitig angenommenen Ansichten widerspricht.

Hr. Clausius nun spricht sich folgendermassen aus [2]: „Nach den Betrachtungen über den gasförmigen Zustand bietet sich von selbst die Frage dar, wie sich der feste und flüssige Zustand vom gasförmigen unterscheiden. Obwohl eine in allen Einzelnheiten genügende Definition dieser Zustände eine viel vollständigere Kenntniss des Zustandes der einzelnen Molecüle erfordern würde, als wir bis jetzt besitzen, so glaube ich doch, dass sich einige Hauptunterschiede mit ziemlicher Wahrscheinlichkeit angeben lassen. Eine Bewegung der Molecüle findet in allen drei Zuständen statt“.

„Im festen Zustande ist die Bewegung der Art, dass sich die Molecüle um gewisse Gleichgewichtslagen bewegen, ohne diese, so lange nicht fremde Kräfte auf sie einwirken, ganz zu verlassen. Die Bewegung lässt sich also bei festen Körpern als eine vibrirende bezeichnen. Indess kann sie doch noch von sehr complicirter Art sein. Erstens können die Bestandtheile eines Molecüles unter sich, und zweitens, die ganzen Molecüle als solche vibriren, und die letzteren Vibrationen können wieder in Hin- und Herbewegungen des Schwerpunktes und in Drehungsschwingungen um den Schwerpunkt bestehen. In solchen Fällen, wo äussere Kräfte auf den Körper wirken, z. B. bei Erschütterun-

[1] Wiener, Pogg. Ann. 118. 79.
[2] A. a. O. 359.



gen, können die Molecüle auch bleibend in andere Lagen kommen“.

Ich werde im Folgenden nur von jenen Bewegungen der Molecüle sprechen, welche in Hin- und Herbewegungen ihrer Schwerpunkte bestehen, und von den drehenden Schwingungen derselben, sowie von den Bewegungen ihrer Bestandtheile ganz absehen. Diese Vibrationen des Schwerpunktes werden in den gasförmigen Körpern zu fortschreitenden Bewegungen der Molecüle, und es wird daher wohl gestattet sein, sie der kürzeren Ausdrucksweise wegen auch in festen und flüssigen Körpern schlechtweg als fortschreitende Bewegungen der Molecüle, im Gegensatze zu den Rotationen und den Bewegungen der Bestandtheile derselben zu bezeichnen. Die Berechtigung, von den beiden letzteren Arten der Molecularbewegung vorläufig abzusehen, lässt sich aus dem Satze ableiten, dass in jedem Körper das Verhältniss zwischen den lebendigen Kräften der fortschreitenden Molecularbewegungen und der Bewegungen der Bestandtheile ein constantes ist, wie Hr. Clausius für die Gase bewiesen hat. Dieser Beweis kommt darauf hinaus, dass in einem, sehr viele Molecüle enthaltenden Raume in jedem einzelnen Zeitmomente alle möglichen Arten des Zusammentreffens derselben vorkommen müssen; da nun die Bewegungen der Bestandtheile nur von der Art, wie die Molecüle mit einander zusammenstossen, abhängig sind, so werden sie in jedem Zeitelemente in derselben Weise erzeugt; es muss sich daher die gesammte Bewegung in einem stationären Zustande befinden, in welchem auch die lebendigen Kräfte der beiden bezeichneten Bewegungsarten in einem bestimmten constanten Verhältnisse zu einander stehen [1]. Da sich dieselbe Betrachtung auch auf die Molecüle anderer Körper anwenden lässt, wobei es nur geschehen wird, dass bei jedem Körper ein anderer Werth für dieses constante Verhältniss auftritt, so wird es auch nicht unrecht sein, vorerst nur von den fortschreitenden Bewegungen der Molecüle allein zu sprechen.

„Im flüssigen Zustande“, sagt Hr. Clausius weiter, „haben die Molecüle keine bestimmte Gleichgewichtslage mehr. Sie können sich um ihren Schwerpunkt ganz herumdrehen, und auch

---

[1] Wüllner, Exp. Ph. III. 305.

der Schwerpunkt kann sich ganz aus seiner Lage fortbewegen. Die auseinandertreibende Wirkung der Bewegung ist aber im Verhältnisse zu der gegenseitigen Anziehung der Molecüle nicht stark genug, um die Molecüle ganz von einander zu trennen. Es haftet zwar nicht mehr ein Molecül an bestimmten Nachbarmolecülen, aber es verlässt diese doch nicht von selbst, sondern nur unter Mitwirkung der Kräfte, welche es von anderen Molecülen erleidet, zu denen es dann in dieselbe Lage kommt, wie zu seinen bisherigen Nachbarmolecülen. Es findet also in der Flüssigkeit eine schwingende, wälzende und fortschreitende Bewegung der Molecüle statt, aber so, dass die Molecüle dadurch nicht auseinander getrieben werden, sondern sich auch ohne einen äusseren Druck innerhalb eines gewissen Volumens halten".

Die Verdampfung erklärt Hr. Clausius dann so: er nimmt an, „dass in der Mannigfaltigkeit der Bewegungen der an der Oberfläche einer Flüssigkeit gelegenen Molecüle hin und wieder der Fall eintritt, dass ein Molecül durch ein günstiges Zusammentreffen der fortschreitenden, schwingenden und drehenden Bewegung mit solcher Heftigkeit von seinen Nachbarmolecülen fortgeschleudert wird, dass es, bevor es durch die zurückziehende Kraft derselben seine Geschwindigkeit ganz verloren hat, schon aus ihrer Wirkungssphäre heraus ist, und dann in dem über der Flüssigkeit befindlichen Raume weiter fliegt".

Ich glaube nun, dass man über das Verhalten der Molecüle in flüssigen Körpern eine von der Clausius'schen etwas abweichende Meinung aufstellen, und damit die Eigenschaften der Flüssigkeiten deutlicher erklären kann, und will zur Auseinandersetzung derselben den Weg einschlagen, dass ich zuerst die durch Zusammendrückung erfolgende Bildung einer Flüssigkeit aus einem Dampfe verfolge.

In einem Gase (Dampfe) befinden sich die Molecüle in so grossen mittleren Entfernungen von einander, dass jedes derselben sich durch eine gewisse Wegeslänge mit gleichförmiger Geschwindigkeit und in geradliniger Richtung fortbewegen kann, ehe es in die Wirkungssphäre eines andern kommt; geschieht dieses, so werden in einzelnen, verhältnissmässig seltenen Fällen, wo die Bewegungsrichtungen beider Molecüle in eine einzige gerade Linie zusammenfallen, die beiden mit beschleunigten



Geschwindigkeiten auf einander zugehen, zusammenstossen und als vollkommen elastische Körper wieder aus einander prallen. Nach dem Stosse werden sich bei ihrer Entfernung von einander ihre Geschwindigkeiten in demselben Verhältnisse durch die anziehenden Molecularkräfte vermindern, in welchem sie vor dem Stosse, während der Annäherung, durch dieselbe Ursache vergrössert wurden; und wenn das eine von ihnen die Wirkungssphäre des andern, ruhend gedachten, wieder verlässt, so hat es wieder genau dieselbe relative Geschwindigkeit erlangt, mit welcher es früher in diese Wirkungssphäre eingetreten war. Aber ein solches wirkliches Zusammenstossen der Molecüle kann nur sehr selten vorkommen; meist wird der Fall eintreten, dass die Richtungen der ungestörten Bewegungen zweier Molecüle nahe an einander vorbeigehen würden, und dass diese Molecüle dann in Folge ihrer gegenseitig auf einander einwirkenden Anziehungskräfte in gewissen krummlinigen Bahnen, in einer Art Centralbewegung, um einander herumgehen; sie werden beide aus ihren ursprünglichen Richtungen abgelenkt werden, und jedes von ihnen nach irgend einer anderen Seite fortschreiten, so zwar, dass ihre neuen Bahnen nach dem Austreten aus den betreffenden Wirkungssphären wieder geradlinig sind, und wieder mit der ursprünglichen, constanten Geschwindigkeit durchlaufen werden. Damit ein Gas dem Mariotte'schen und Gay-Lussac'schen Gesetze ziemlich genau folge, ist die Erfüllung der Bedingung nothwendig, dass die geradlinigen Wegeslängen der Molecüle sehr gross seien, im Verhältniss zu den krummlinigen, welche sie zurücklegen, so lange sich eines in der Wirkungssphäre des andern befindet; mit anderen Worten: Die mittleren Entfernungen der Molecüle müssen im Verhältnisse zu den Halbmessern ihrer Wirkungssphären sehr gross sein.

Denken wir uns nun ein Gas unter solchen Umständen, dass seine Temperatur, also die lebendige Kraft oder die Geschwindigkeit seiner Molecüle, immer unverändert dieselbe bleibe nach und nach auf immer kleinere und kleinere Räume eingeschränkt, so werden die geradlinigen Wegesstücke der einzelnen Molecüle immer kürzer und kürzer, während die krummlinigen Antheile ihrer Bahnen, als nur von der Geschwindigkeit abhängig, immer dieselben bleiben; die Abweichungen vom

Mariotte'schen und Gay-Lussac'schen Gesetze werden dabei immer grösser und der Druck gegen die einschliessenden Gefässwände immer stärker. Nun muss schon in einem vollkommenen Gase unter allen möglichen Fällen des Zusammentreffens der Molecüle, zwar selten, aber doch von Zeit zu Zeit, auch der vorkommen, dass ein Molecül, nachdem es kaum die Wirkungssphäre des einen Nachbarmolecüles verlassen hat, bereits wieder in die Wirkungssphäre eines anderen gelangt. Dann folgen also zwei krummlinige Wegstücke eines Molecüles unmittelbar auf einander, ohne durch ein geradliniges Wegstück von einander getrennt zu sein; und je dichter das Gas ist, desto häufiger wird dieses Ereigniss eintreten. Hat nun die Dichtigkeit des Gases einen solchen Werth erreicht, dass eine merkliche Anzahl von Molecülen sich, den Gesetzen der Wahrscheinlichkeit gemäss, jederzeit in dem eben beschriebenen Zustande befindet, so hat die Substanz begonnen, sich aus dem gasförmigen Zustande zum flüssigen zu condensiren, und die obgenannte Anzahl der Molecüle repräsentirt die Menge der aus dem Dampfe niedergeschlagenen Flüssigkeit. Demgemäss könnte man das Verhalten der Molecüle in einem flüssigen Körper folgendermassen definiren: In einem flüssigen Körper haben die Molecüle so grosse Geschwindigkeiten ihrer fortschreitenden Bewegungen, dass die gegenseitigen Anziehungskräfte zweier von ihnen nicht im Stande sind, diese Geschwindigkeiten vollständig aufzuheben, und je zwei Molecüle dauernd beisammen zu erhalten; jedes Molecül geht mit einer erst zunehmenden dann wieder abnehmenden Geschwindigkeit durch die Wirkungssphäre eines andern hindurch, verlässt sie aber, um allsogleich wieder in die Wirkungssphäre eines andern einzutreten; oder es greifen die Wirkungssphären der einzelnen Molecüle in einander, so dass ein Molecül (*A*), ehe es noch die Wirkungssphäre eines andern (*B*) vollständig verlassen hat, schon in die eines dritten (*C*) gelangt, jedenfalls aber vermöge der ihm innewohnenden Geschwindigkeit von der einen dieser Wirkungssphären in die andere hinübergeht. Um diese Annäherung der einzelnen Molecüle bis zu dem Grade zu bewirken, dass ihre Anziehungssphären sich gegenseitig berühren oder durchkreuzen, und das aus ihren Geschwindigkeiten resultirende Bestreben nach Vergrösserung ihrer Entfernungen und Losreissung

von einander zu überwinden, bedarf es (im allgemeinen) einer gewissen Beschränkung des den Molecülen dargebotenen Raumes. Die Erfahrung lehrt, dass in einem unbegrenzten Raume fast alle Flüssigkeiten (durch Verdampfung) sich verlieren; und auch wo dies nicht der Fall ist, da kann man es noch erklären, ohne in Widerspruch mit der gerade ausgesprochenen Ansicht zu gerathen, wie ich alsbald zeigen will.

Meine Meinung unterscheidet sich also von der des Herrn Clausius in Folgendem: Er sagt, die auseinandertreibende Wirkung der Bewegung ist nicht stark genug, die Molecüle ganz von einander zu trennen; ein Molecül verlässt ein anderes benachbartes nicht von selbst, sondern nur unter der Mitwirkung anderer, dasselbe anziehender Molecüle; die Molecüle halten sich auch ohne äusseren Druck in einem bestimmten Volumen zusammen, und die Verdampfung geschieht in Folge des günstigen Zusammentreffens der verschiedenen Arten der Bewegungen, welches eine Vergrösserung der Geschwindigkeiten bewirkt. Ich meine in diesen Punkten fast das Gegentheil von alledem: Die eigene Bewegung der Molecüle ist so stark, dass sie durch die Anziehungskraft eines Nachbarmolecüles nicht mehr aufgehoben, und die Trennung zweier Nachbarn von einander nicht verhindert werden kann; die Molecüle (wenigstens einer Flüssigkeit, welche noch eine merkliche Dampfspannung hat) füllen in der That jedes ihnen dargebotene Volumen vollständig aus, freilich in zweierlei sehr verschiedenen Formen, theils als Flüssigkeit, theils als Dampf. Zum Stattfinden der Verdampfung, glaube ich, bedarf es nur des Umstandes, dass die Richtung der Bewegung eines in der Flüssigkeitsoberfläche befindlichen Molecüls nahezu senkrecht gegen diese Oberfläche sei, damit es, aus der Wirkungssphäre seiner nächsten Nachbarn herausgetreten, nicht wieder in die Wirkungssphären anderer Theilchen der Oberfläche gelange. Man sieht, dass meine Ansicht die Thatsache erklärt, wieso bei derselben Temperatur, also bei gleicher lebendiger Kraft der fortschreitenden Bewegungen der Molecüle, dieselbe Substanz im flüssigen und gasförmigen Zustande existiren kann, während dies unerklärt bleibt, wenn die Molecüle der Flüssigkeit wesentlich langsamere Bewegungen haben als die des Gases oder Dampfes.

Es scheint auf den ersten Blick, als ob sich gegen meine Vorstellungsweise folgende Einwendung erheben liesse: Wenn der flüssige Zustand einer Substanz darin seinen Grund hat, dass die Gastheilchen auf einen hinreichend engen Raum zusammengedrängt sind, und in Folge dessen immer einige von ihnen sich in gewissen hinreichend kleinen Entfernungen von einander befinden müssen, so werden bald diese, bald jene Molecüle in sehr rascher Abwechslung in diese Minimaldistanzen von einander kommen, es müsste also die Substanz sich allenfalls als ein durch den ganzen Raum gleichmässig vertheiltes Gemische von Gas und Flüssigkeit darstellen, dessen Dichtigkeit continuirlich von der des Gases bis zu der der vollkommenen Flüssigkeit anwachsen könnte.

Diese Einwendung ist aber sehr leicht zu widerlegen: Einmal ist in der That die Flüssigkeit, welche sich aus dem in einem grösseren Raume ausgebreiteten Dampfe, sei es wegen einer Druckvergrösserung, sei es wegen einer Temperaturverminderung, niederschlägt, von Anfang an gleichmässig in dem ganzen Raume vertheilt, wie man es an Nebeln und Wolken beobachten kann; zweitens aber ist sehr leicht einzusehen, dass die einmal an einer Stelle zusammengetretenen Molecüle — die daselbst bereits entstandenen, wenn auch noch so kleinen Flüssigkeitsmengen — nicht allsogleich wieder auseinanderstieben können, um an irgend einer anderen Stelle des Raumes wieder ähnliche transitorische Flüssigkeitsmengen entstehen zu lassen; sondern, sobald einmal einige Molecüle sich, wenn auch nur im Vorübergehen, nahe an einander befinden, so bildet die Gruppe derselben schon den Sitz einer stärkeren, auf die übrigen Molecüle wirkenden Anziehungskraft, so dass die grösste Wahrscheinlichkeit dafür besteht, dass in einer solchen Gruppe von Molecülen jederzeit die austretenden Molecüle wieder durch andere neu eintretende ersetzt werden; ja es werden sich solche Gruppen, je grösser sie einmal, sagen wir zufällig, geworden sind, desto leichter durch Zuzüge aus der Nachbarschaft verstärken; sie sinken dabei langsam zum Boden des Gefässes, oder werden durch die Adhäsion zu den Wänden desselben hingezogen, und fliessen endlich in eine einzige Flüssigkeitsmasse zusammen, indem ein constanter Raum mit constanter Dichte von

Molecülen ausgefüllt wird, welche durch Verdampfung und Condensation fortwährend wechseln.

Ein ähnliche Betrachtung vermag auch zur Erklärung der Thatsache zu dienen, dass es Flüssigkeiten ohne merkliche Verdampfung gibt. Ich sage nämlich, im flüssigen Zustande ist die Geschwindigkeit der Molecüle so gross, dass sie durch die gegenseitige Anziehung zweier von ihnen nicht aufgehoben werden kann. Damit ist aber die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass sich bei gewissen Flüssigkeiten jedes Molecül in den Wirkungssphären mehrerer Nachbarmolecüle zugleich befinde, und dass die gemeinschaftliche Wirkung derselben das leiste, was ein einzelnes nicht zu bewirken vermöchte, die Verhinderung der Verdampfung.

Die vorgetragene Ansicht über das Verhalten der Molecüle in einer Flüssigkeit gibt deutlicher als eine andere eine vollständige Einsicht in die Ursache für die leichte Verschiebbarkeit der Theilchen und für das Princip der nach allen Richtungen hin gleichmässigen Fortpflanzung eines von aussen her ausgeübten Druckes. Denn ein solcher Druck besteht immer in dem Bestreben, den Molecülen der unmittelbar gedrückten Fläche eine gewisse Geschwindigkeit nach einer bestimmten Richtung hin zu ertheilen; diese Geschwindigkeit wird nicht nur, wegen der elastischen Eigenschaften der Molecüle, auf die anderen übertragen, sondern die ursprünglich übereinstimmenden Bewegungsrichtungen derselben werden in der kürzesten Zeit in andere, nach allen möglichen Richtungen hin gewendete, verwandelt, ohne dass dabei etwas von der Geschwindigkeit verloren ginge; die ursprünglich nur in einer Richtung von den Molecülen empfangenen Stösse äussern sich also in allen möglichen Richtungen wieder; und zwar da jedes Molecül mit gleicher durchschnittlicher Geschwindigkeit wie alle anderen begabt ist, auch bei gleicher Zahl der Molecüle, d. h. bei gleicher Grösse der gedrückten Fläche, in einer überall gleichen Intensität.

Ferner lehrt die Erfahrung, dass die Spannkraftsmaxima der Dämpfe mit steigenden Temperaturen zunehmen, mit anderen Worten: je grösser die Geschwindigkeiten der Molecüle sind, desto kleiner muss (ohne dass das Gesetz dieses Zusammenhanges schon genauer bestimmt wäre) das Volumen werden, damit

der Übergang der Substanz aus dem gasförmigen in den flüssigen Zustand eintrete. Diese Thatsache lässt sich folgendermassen erklären: Die Condensation tritt ein, sobald unter den sehr vielen verschiedenen Abständen der Molecüle von einander fortwährend eine gewisse Anzahl gefunden wird, deren Grössen kleiner sind als der Halbmesser der Wirkungssphäre eines Molecüls. Nun hat die relative Geschwindigkeit, mit welcher sich ein Molecül gegen das andere bewegt, sicherlich auch einen bestimmenden Einfluss auf die Gestalt der Bahn, in welcher es dessen Wirkungssphäre durchschneidet, somit auch auf die relative Dauer des Verweilens in derselben; je grösser jene Geschwindigkeiten, desto kürzer sind die von einem Molecül in der Wirkungssphäre des anderen zurückgelegten krummlinigen Wege, und desto geringer wird also die Wahrscheinlichkeit, dass sich zu einer gegebenen Zeit ein Molecül gerade auf einem solchen Wege befinden werde; diese Wahrscheinlichkeit muss also durch Verkürzung der geradlinigen Wegesstücke, d. h. durch Verminderung des Volumens, wieder auf den ursprünglichen Werth gebracht werden; und so kommt es, dass bei höheren Temperaturen eine stärkere Volumsverminderung, d. h. ein stärkerer Druck zur Herbeiführung des Sättigungszustandes der Dämpfe erforderlich ist.

Auch das Freiwerden von Wärme bei der Condensation der Dämpfe lässt sich auf folgende Art erklären: Die Temperatur des Dampfes ist bedingt durch die mittlere lebendige Kraft der Molecüle; ist der Dampf noch über seinem Condensationspunkte, so ist hauptsächlich die constante Geschwindigkeit, mit welcher die Molecüle die ausserhalb ihrer gegenseitigen Wirkungssphären gelegenen Wegesstrecken durchlaufen, von Einfluss auf die Grösse dieser lebendigen Kräfte. So lange aber zwei Molecüle sich innerhalb ihrer gegenseitigen Wirkungssphären befinden, ist die Geschwindigkeit ihrer Bewegung eine bedeutend grössere; beim Übergang in den flüssigen Zustand also, wo dies beständig der Fall ist, vergrössert sich thatsächlich die mittlere lebendige Kraft der Molecüle durch die Wirkung der zwischen ihnen thätigen Anziehungskräfte, ihre Temperatur steigt also, es ist Wärme frei geworden. Umgekehrt: beim Verdampfen eines Molecüls aus der Flüssigkeit wird seine Geschwindigkeit durch die zurückziehende

Wirkung der Flüssigkeitsoberfläche vermindert, so dass zunächst der neugebildete Dampf eine niedrigere Temperatur haben müsste als die Flüssigkeit. Diese Temperaturverschiedenheit zwischen Dampf und Flüssigkeit wird aber durch die Berührung derselben mit einander alsbald ausgeglichen; die Flüssigkeit gibt dabei so viel Wärme ab, als zur Herstellung des neuen Gleichgewichtes der Temperaturen erforderlich ist, und die ohne Abgabe einer Wärmemenge nach aussen hin eingetretene Temperaturverminderung entspricht demnach einem Verbrauche an Wärme.

Während, diesen Betrachtungen zufolge, der Unterschied zwischen flüssigen und gasförmigen Körpern hauptsächlich durch das ihren Molecülen zur Verfügung stehende Volumen bedingt ist, und die Temperatur gewissermassen nur einen secundären Einfluss darauf hat, ist die Verschiedenheit im Verhalten der Theilchen fester und flüssiger Körper im Gegentheile wesentlich durch die Temperatur bedingt, und der äussere Druck oder das in Folge desselben veränderte Volumen vermögen nur in unmittelbarer Nähe des Schmelzpunktes einen Übergang des einen dieser Aggregationszustände in den andern zu bewirken.

In einem festen Körper nämlich, stelle ich mir vor, sind die Geschwindigkeiten der fortschreitenden Bewegungen der Molecüle so klein, dass sie durch die Anziehungskräfte, welche je zwei Nachbartheilchen auf einander ausüben, vollständig aufgehoben werden können. Der Schmelzpunkt eines festen Körpers ist demnach jene Temperatur, bei welcher die Geschwindigkeiten der Molecüle schon so gross sind, dass sie gerade erst beim Anlangen an der Grenze der Wirkungssphären vollkommen aufgehoben wären.

Denken wir uns zwei einzelne Molecüle frei neben einander, so könnten sie nur den festen oder gasförmigen Zustand repräsentiren, je nachdem die Geschwindigkeiten, mit denen sie sich gegen einander bewegen, unter oder über der dem Schmelzpunkt entsprechenden Grenze gelegen sind. Die von Herrn Clausius als Ursache der Verdampfung von Flüssigkeiten angenommene günstige Combination von fortschreitenden, drehenden und oscillirenden Bewegungen der Molecüle wäre wohl bei jenen festen Körpern vorauszusetzen, bei welchen ein unmittelbarer Übergang

aus dem festen in den gasförmigen Zustand, ohne Dazwischentreten eines durch eine allgemeine Temperaturserhöhung bewirkten Schmelzens stattfindet.

Auch der Wärmeverbrauch beim Schmelzen eines festen Körpers wird auf eine wesentlich andere Weise zu Stande kommen, als der beim Verdampfen; es ist nicht unwahrscheinlich, dass im Innern einer Flüssigkeit, bei den grösseren Geschwindigkeiten und den fortwährenden Veränderungen in den gegenseitigen Stellungen der Molecüle, auch die Drehungen und inneren Schwingungen derselben stärkere werden; und es ist leicht begreiflich, wenn das Verhältniss der lebendigen Kräfte der Bewegungen der Bestandtheile zu den lebendigen Kräften der fortschreitenden Bewegungen der Molecüle in den Flüssigkeiten einen grösseren Zahlenwerth hat als in den festen Körpern. Dies ist wieder in Übereinstimmung mit der Meinung von Hrn. Clausius, dass die Molecüle eines festen Körpers in drehenden Schwingungen, die Molecüle einer Flüssigkeit dagegen in vollkommenen Rotationen um irgend welche Axen begriffen seien. Die Wärme also, welche ein Körper beim Schmelzen verbraucht, wird zu der beim Übergange aus dem festen in den flüssigen Zustand stattfindenden discontinuirlichen Erhöhung der lebendigen Kraft der drehenden und inneren Bewegungen der Molecüle verwendet.

Über den Einfluss der Electricität der Sonne auf den Barometerstand.

Von **Carl Hornstein**,
Director der k. k. Sternwarte in Prag.

Mit 1 Tafel.

Schon vor nahe dreissig Jahren hat Herr Prof. v. Lamont zur Erklärung der täglichen Variationen des Erdmagnetismus die Hypothese aufgestellt, dass die Sonne electrisch sei und hinreichend kräftig, um in unserer Atmosphäre, durch Induction, einen gewissen electrischen Zustand hervorzurufen, eine Art electrischer Welle, welche durch die tägliche Rotation in 24 Stunden über die ganze Oberfläche der Erde hinwegzieht. Später wurde er durch eine Erscheinung von ganz anderer Art, nämlich die täglichen Oscillationen des Barometers, zu derselben Hypothese hingeleitet. Diese Oscillationen zeigen nämlich, ähnlich der Ebbe und Fluth des Meeres, im Verlaufe eines Tages zwei Maxima und zwei Minima. Entwickelt man, mit Hilfe der für die einzelnen Beobachtungsstunden gewonnenen Monat- oder Jahresmittel, den Barometerstand in eine periodische Reihe, welche nach den Sinus der Vielfachen des Stundenwinkels fortschreitet; so tritt, im Gegensatze zu anderen ähnlichen Reihen, das vom einfachen Stundenwinkel abhängige Glied, welches vornehmlich der jährlichen Temperatur-Änderung seinen Ursprung verdankt, gegenüber dem beträchtlichen nachfolgenden, vom doppelten Stundenwinkel abhängigen Gliede, in den Hintergrund. Lamont bemerkt daher auch treffend bezüglich dieses zweiten Gliedes:

„Ich habe die Überzeugung, dass die Ebbe und Fluth der Atmosphäre (nämlich dieses zweite Glied) nicht etwa eine mathematische Form ist, wodurch ein Theil einer complicirten

Bewegung dargestellt wird, sondern dass sie in der Wirklichkeit besteht und durch die Anziehung oder eine der Anziehung analoge Kraft der Sonne hervorgebracht wird" [1].

In einem Briefe an Quetelet vom 5. August 1859 versucht Lamont noch nachzuweisen, dass der Coëfficient des Ebbe- und Fluthgliedes, den ich im Folgenden mit *k* bezeichnen werde, (wie die Meeresfluth) gegen die Pole hin abnimmt, und ausgehend von der Voraussetzung, dass diese Ebbe und Fluth der Atmosphäre eine Wirkung der Sonne sei, zeigt er, dass sie weder durch die Gravitation, noch durch die Änderungen des Dunstdruckes hervorgebracht werde. Es müsse also der Sonne noch eine andere Kraft innewohnen, welche, sowie die Gravitation, bewirkt, dass auf zwei einander diametral gegenüberstehende Punkte der Atmosphäre die gleiche Wirkung ausgeübt werde. Nur die Electricität ist eine solche Kraft; wenn die Sonne sehr stark positiv elektrisch gedacht wird, so kann eine Welle von der oben erklärten Beschaffenheit im Luftmeere der Erde erzeugt werden.

In den Wochenberichten der Münchener Sternwarte kommt Lamont noch öfters auf die Hypothese von der electrischen Kraft der Sonne zurück. So z. B. in Nr. 13 (September 1865) in einem Aufsatze: „Über die Berechnung des mittleren Barometerstandes", wo er sagt: „Wir beschliessen diesen Aufsatz mit der Hinweisung auf die merkwürdigen Analogien, welche zwischen der täglichen Bewegung des Barometers und den täglichen Variationen des Erdmagnetismus (welchen beiden Phänomenen, wie wir früher gezeigt haben, eine electrische Kraft der Sonne theilweise zu Grunde liegen könnte), zu bestehen scheinen, u. s. w."

In Nr. 28 (Jänner 1866) gibt Lamont eine Zusammenstellung seiner Ideen über die Electricität und ihre kosmische Bedeutung, nämlich: 1. Die Electricität ist eine kosmische Kraft; jeder Planet besitzt eine gewisse Menge davon, die Sonne in hervorragendem Masse. 2. Die Sonne hat positive Electricität, die Erde negative. 3. Die Erde hat einen inductionsfähigen Kern

[1] Annalen der Münchener Sternwarte. III. Supplement-Band. 1859.

(wie schon Herr Sabine aus Beobachtungen nachgewiesen hat), u. s. w.

Ich habe schon seit längerer Zeit darüber nachgedacht, ob sich nicht aus den Beobachtungen ein Beweis herstellen lasse, dass das Ebbe- und Fluthglied wirklich der Electricität der Sonne seinen Ursprung verdankt, und ob die Beobachtungen nicht noch andere Oscillationen des Barometerstandes anzeigen, welche aus derselben Quelle stammen. Es scheint mir nun, dass ein solcher Beweis hergestellt sei, wenn eine innige Beziehung zwischen den täglichen oder anderen Schwankungen des Luftdruckes und den Perioden der Sonnenflecken und Nordlichter als Thatsache nachgewiesen werden kann. Die vorliegende Arbeit soll nun über diesen Gegenstand ein helleres Licht verbreiten und ich glaube, mich keiner Illusion hinzugeben, wenn ich behaupte, dass die in den folgenden Blättern zu Tage geförderten Thatsachen von weitreichender Bedeutung für die fernere Entwicklung der Meteorologie werden dürften.

Es ist bekannt, dass sowohl die Sonnenflecke als die Nordlichter ausser der 11jährigen Periode noch eine Periode von längerer Dauer zu haben scheinen. Die graphische Darstellung beider Erscheinungen, welche auf der dieser Abhandlung beigefügten Tafel enthalten ist, gibt durch die Ordinaten der betreffenden Curven die Zahl der in jedem Jahre seit 1739 beobachteten Nordlichter und die Zahl der beobachteten Sonnenflecke. Bei den Nordlichtern wurde die von Herrn Prof. Elias Loomis in seiner interessanten Schrift: Comparison of the mean daily range of the Magnetic Declination with the number of Auroras observed each year etc. (New Haven 1870) gegebene Zusammenstellung der Summen der in Europa und Amerika beobachteten Nordlichter benützt. Die Zahl der Sonnenflecke ist nach den aus Herrn Prof. R. Wolf's vortrefflichen Arbeiten sich ergebenden Resultaten [1] eingetragen.

Auf den ersten Blick sieht man aus der graphischen Darstellung, dass die Zeit von 1740 bis jetzt sehr nahe der doppelten längeren Periode gleichkommt, und wiewohl man noch nicht mit Gewissheit einen gleich regelmässig periodischen Gang

[1] R. Wolf, Astronomische Mittheilungen, Nr. I bis XXVIII.

beider Erscheinungen auch für die Zukunft annehmen kann, so hat doch diese Annahme wenigstens eine sehr grosse Wahrscheinlichkeit für sich. Es ist für das nachfolgende wichtig, die Dauer dieser längeren Periode aus den vorliegenden Beobachtungsdaten näher kennen zu lernen. Zu diesem Ende habe ich zuerst die Nordlichter und Sonnenflecke getrennt untersucht, und den Werth der längeren Periode (T) nach derselben Methode abgeleitet, welche ich in meiner Abhandlung: Über die Abhängigkeit des Erdmagnetismus von der Rotation der Sonne (Sitzungsberichte 1871, Juni) zur Ermittlung der synodischen Rotation der Sonne aus den Angaben der magnetischen Instrumente in Anwendung gebracht habe. Aus den Polarlichtern fand ich vorläufig

$$T = 65^3/_4 \text{ Jahre}$$

und die Zahl der Nordlichter

$$29{\cdot}0 + 24{\cdot}6 \sin(y + 215°),$$

wo $y = 0$ ist im Jahre 1740. Das Maximum der Anzahl Nordlichter fällt auf die Jahre 1783 und 1849. — Ebenso fand ich mit Hilfe der Wolf'schen Relativzahlen (von 1740—1870) für die längere Sonnenfleckenperiode vorläufig

$$T = 74^1/_2 \text{ Jahre}$$

und für die Zahl der Sonnenflecke

$$37{\cdot}3 + 17{\cdot}5 \sin(y + 279°).$$

wo ebenfalls $y = 0$ ist im Jahre 1740. Das Maximum der Anzahl Sonnenflecke fällt auf 1775 und 1850. Es ist aus der Natur der in Anwendung gebrachten Methode klar, dass diese Resultate nur den mittleren Gang beider Erscheinungen darstellen, abgesehen von den in der kürzeren ($11^1/_9$jährigen) Periode vor sich gehenden Schwankungen, und man wird wohl trotz des Unterschiedes von 9 Jahren in den obigen Werthen von T, der nur in der Unsicherheit der bisher vorliegenden Beobachtungsdaten seinen Grund haben dürfte, namentlich wegen der schönen Übereinstimmung der letzten Maxima (1849 und 1850) die Annahme: dass Polarlichter und Sonnenflecken gleichzeitig das Maximum oder Minimum erreichen, also auch die gleiche längere Periode T besitzen, als eine

naturgemässe und mit den Beobachtungen nicht im Widerspruche stehende ansehen können. Daher schien es mir wünschenswerth, durch Zusammenfassen beider Erscheinungen einen genaueren Werth von T zu erhalten und auf demselben Wege auch die gemeinsame Epoche eines der letzten Maxima festzustellen.

Sowohl die Zahl der Nordlichter als die der Sonnenflecke wurde immer unter der einfachen, bei dem gegenwärtig zu erreichenden Grade von Genauigkeit auch genügenden Form $M+a \sin(y+A)$ vorausgesetzt, wo $y=0$ ist im Jahre 1740 und die jährliche Zunahme von $y \ldots \frac{360°}{T}$ beträgt. M, a, A sind aus den Beobachtungen zu bestimmen und vom Winkel A hängt die Epoche des Maximums ab. Unter den verschiedenen Arten der Combination beider Erscheinungen habe ich die einfachste als genügend befunden; ich habe nämlich für jedes Jahr die Summe aus der Zahl der beobachteten Nordlichter und Sonnenflecke gebildet. Es scheint nicht, dass man hierdurch der einen Erscheinung gegenüber der anderen ein zu grosses Gewicht beilegt; denn sind auch die Zahlen in der Tabelle der Polarlichter häufig als wenig sicher anzusehen, so darf nicht vergessen werden, dass viele der Wolf'schen Relativzahlen, wegen Mangel an Sonnenfleckenbeobachtungen in den betreffenden Jahren, durch Interpolation ergänzt sind, während auch noch mehrere andere von Wolf selbst als nicht sehr sicher bezeichnet werden. Es fand sich nun

für $T=$	$a=$	$A=$
50 Jahre	26·06	112° 10′
55 „	33·81	148 39
60 „	36·14	180 56
65 „	38·82	218 29
70 „	41·40	250 3
75 „	41·78	275 5
80 „	35·65	297 18

und hieraus, wenn zur Abkürzung $\frac{T-65}{5}=\tau$ gesetzt wird,

$$a = 40·02+1·7882\tau-0·9446\tau^2$$

und für das Maximum von u: $\tau = +0 \cdot 9465$, also

$$T = 69 \cdot 73 \text{ Jahre,}$$

wofür ich im Folgenden der Einfachheit wegen $T = 70$ Jahre setzen werde. Die in den bisherigen Beobachtungen hervortretende längere Periode der Polarlichter und Sonnenflecke beträgt daher nahe 70 Jahre. Für $T = 70$ ist $A = 250°$. — Vielleicht ist die kürzere Sonnenfleckenperiode (nach Wolf $11^1/_9$ Jahre) genau $^1/_6$ der längeren.

Indem ich nun wieder die Polarlichter und Sonnenflecke getrennt in Rechnung zog, legte ich die eben gefundenen, gemeinsamen Werthe von T und A zu Grunde und fand:

Zahl der Polarlichter $= 27 \cdot 8 + 24 \cdot 1 \sin (y + 250°)$
Zahl der Sonnenflecke $= 39 \cdot 1 + 17 \cdot 2 \sin (y + 250°)$.

Die folgende Tafel ist nach diesen beiden Formeln berechnet.

Jahr	Nordlichter	Sonnenflecke
1740	5	23
50	7	24
60	25	37
70	45	51
80	52	56
90	41	48
1800	20	34
10	5	23
20	7	24
30	25	37
40	45	51
50	52	56
60	41	48
70	20	34
80	5	23

Den Zahlen dieser Tafel entsprechen die beiden punktirten Curven in der beigefügten graphischen Darstellung. Diese Curven stellen den mittleren Verlauf beider Erscheinungen ganz genügend dar.

Ich gehe nun zur Betrachtung des Ebbe- und Fluthgliedes der Atmosphäre über, dessen Coëfficient oben k

genannt wurde. Für Prag und München ist der Werth dieses Coëfficienten nur ungefähr $^1/_{10}$ einer Pariser Linie. Ungeachtet der Kleinheit dieser Grösse habe ich doch versucht, genaue Untersuchungen über die etwaigen Änderungen anzustellen, welche k von Jahr zu Jahr erfährt. Ich habe mich aber dabei nur auf solche Beobachtungsorte beschränkt, an welchen der Barometerstand seit einer längeren Reihe von Jahren entweder von Stunde zu Stunde, oder wenigstens von zwei zu zwei Stunden (auch während der Nacht) aufgezeichnet wird. Unter diesen Orten sind besonders Prag und München, von welchen bereits seit 30 Jahren stündliche Beobachtungen des Barometerstandes vorliegen, dann auch Oxford zu nennen. Wo für die einzelnen Beobachtungsstunden Jahresmittel schon berechnet waren, wurde aus diesen für jedes einzelne Jahr das Ebbe- und Fluthglied ermittelt. Wenn nur Monatmittel vorhanden waren, wurde die Rechnung für jeden einzelnen Monat ausgeführt. Der Anhang zu dieser Abhandlung enthält die Resultate dieser Rechnung, nämlich den Coëfficienten k und den constanten Theil des Argumentes des Fluthgliedes, der zum doppelten Stundenwinkel der Sonne (mittlere Zeit) hinzuzufügen ist. Aus dieser Zusammenstellung ergaben sich nachstehende Werthe des Coëfficienten k in Pariser Linien, für Oxford in englischen Linien.

Jahr	Coëfficient k			Jahr	Coëfficient k		
	Prag	München	Oxford		Prag	München	Oxford
1841	...	0‴115	...	1857	0‴118	0‴102	...
1842	0‴117	0·118	...	1858	0·113	0·103	0‴129
1843	0·122	0·117	...	1859	0·110	0·109	...
1844	0·107	0·111	...	1860	0·102	0·098	0·121
1845	0·122	0·121	...	1861	0·108	0·106	0·133
1846	0·108	0·118	...	1862	0·094	0·098	0·112
1847	0·109	...	...	1863	0·080	0·105	0·123
1848	0·108	0·105	...	1864	0·088	0·103	0·117
1849	0·085	0·102	...	1865	0·100	0·102	0·118
1850	0·092	0·125	...	1866	0·094	0·085	0·123
1851	0·097	0·114	...	1867	0·087	...	0·118
1852	0·113	0·111	...	1868	0·098	...	0·139
1853	0·100	0·097	...	1869	0·105	...	...
1854	0·112	0·115	...	70	0·104	...	...
1855	0·111	0·095	...	71	0·085	...	...
1856	0·111	0·099	...				

Die in dieser Tabelle enthaltenen Zahlen für Prag und München sind auf der beigegebenen Tafel graphisch dargestellt, oberhalb der Curve der Polarlichter. Für beide Beobachtungsorte zeigt sich gegenwärtig eine Abnahme des Coëfficienten k. Indem ich nun diesen Coëfficienten wieder als periodische Function von der Form

$$k = M + a \sin (y + A)$$

voraussetzte, erhielt ich für verschiedene Annahmen der Periode T des Winkels y folgende Resultate:

T	Prag			München		
	a	A	Max. von k	a	A	Max. von k
60	0ᵛ015	139° 32'	1852	0ᵛ008	218° 59'	1839
65	0·017	191 1	1852	0·008	271 32	1837
70	0·019	235 16	1852	0·009	316 27	1836
75	0·022	273 32	1852	0·009	355 0	1835

Das Maximum von k fällt also im Mittel aus Prag und München und fast unabhängig von T auf das Jahr 1844 oder 1845, während nach dem Vorhergehenden das Maximum der Polarlichter und Sonnenflecken im Jahre 1849 stattfindet, ein Zusammentreffen, welches wohl auf eine Beziehung von k zur Periode der Polarlichter hinzudeuten scheint. Setzt man daher $T = 70$ Jahre und berechnet noch M, so hat man vorläufig

$$\text{für Prag: } k = 0^{v}090 + 0^{v}019 \sin (y + 235°)$$
$$\text{für München: } k = 0·107 + 0·009 \sin (y + 316).$$

Es ist bemerkenswerth, dass der bei den Nordlichtern und Sonnenflecken, für $T = 70$ Jahre, gefundene Werth von A, nämlich 250°, zwischen 235° und 316° hineinfällt. Macht man also auch hier die Annahme, dass nebst $T = 70$ auch noch $A = 250°$ ist, d. h. dass das Maximum von k immer gleichzeitig mit dem der beiden andern öfter genannten Erscheinungen stattfindet, so erhält man zur definitiven Bestimmung von M und a folgende Gleichungen:

Für Prag:	1843	$M + 0 \cdot 87\, a - 0^{\prime\prime\prime} 117 = 0$
	1848	$M + 1 \cdot 00\, a - 0 \cdot 099 = 0$
	1853	$M + 0 \cdot 93\, a - 0 \cdot 107 = 0$
	1858	$M + 0 \cdot 69\, a - 0 \cdot 111 = 0$
	1863	$M + 0 \cdot 31\, a - 0 \cdot 094 = 0$
	1868	$M - 0 \cdot 14\, a - 0 \cdot 096 = 0$
Für München:	1843	$M + 0 \cdot 87\, a - 0 \cdot 116 = 0$
	1848	$M + 1 \cdot 00\, a - 0 \cdot 112 = 0$
	1853	$M + 0 \cdot 93\, a - 0 \cdot 106 = 0$
	1858	$M + 0 \cdot 69\, a - 0 \cdot 102 = 0$
	1863	$M + 0 \cdot 31\, a - 0 \cdot 100 = 0$

und hieraus ergibt sich, indem in jedem Systeme die Summe der Fehler gleich Null gemacht wird,

für Prag: $k = 0^{\prime\prime\prime}097 + 0^{\prime\prime\prime}012 \sin (y + 250°)$

für München: $k = 0 \cdot 093 + 0 \cdot 018 \sin (y + 250)$,

$y = 0$ i. J. 1740.

Es darf nicht übersehen werden, dass durch die Annahme desselben Werthes für A, nämlich 250°, für beide Beobachtungsorte, sowohl die constanten Glieder, als auch die Coëfficienten von $\sin (y + 250°)$ unter sich viel näher übereinstimmen, als in den früheren vorläufigen Formeln für k. In der That betragen die Unterschiede von M und a in den zuletzt erhaltenen Formeln beziehungsweise nur $\frac{4}{1000}$ und $\frac{6}{1000}$ einer Pariser Linie. Es kann daher der Satz ausgesprochen werden:

Die aus den stündlichen Barometer-Beobachtungen seit 1841 von Jahr zu Jahr sich ergebenden Werthe des Coëfficienten k des atmosphärischen Ebbe- und Fluthgliedes für Prag und für München werden sehr befriedigend dargestellt durch die Voraussetzung, dass k die längere (70jährige) Periode mit den Polarlichtern und Sonnenflecken gemein hat und gleichzeitig mit diesen Erscheinungen sein Maximum oder Minimum erreicht.

Die punktirten Curven in der obersten Abtheilung der beigegebenen graphischen Darstellung zeigen den nach den letzten

Formeln sich ergebenden **mittleren** Gang des Coefficienten k in Prag und München. Die Curven sind bis 1880 fortgesetzt.

Die Beobachtungen in Oxford umfassen nur einen mässigen Zeitraum, stehen aber mit dem oben erhaltenen Resultate im Einklange.

Es drängt sich nun die Frage auf: Enthält das eben gefundene Resultat die einzige Beziehung, welche zwischen den Änderungen des Barometerstandes und den Vorgängen auf der Sonne stattfindet? — Dem ist nicht so; indessen möchten wohl jene Grössen, welche weitere analoge Beziehungen erkennen lassen, zum grössten Theile nur durch weitläufige und mühevolle Rechnungen zu erhalten sein. Es gibt jedoch eine Gattung von Änderungen des Luftdruckes, aus welchen eine Beziehung zwischen dem Barometerstande und den Vorgängen auf der Sonne ohne weitere subtile Untersuchungen hervortritt, nämlich: **die jährliche Schwankung des Barometers** oder der Unterschied zwischen dem höchsten und tiefsten Stande des Barometers während des Jahres. Im Anhange stelle ich diese Grösse für Prag, Mailand, Wien und München zusammen, und zwar für Prag von 1800—1871, für Mailand von 1763—1850, für Wien von 1775—1869, und für München von 1825—1866. Die graphische Darstellung enthält in ihrer unteren Abtheilung die vier Curven, welche diesen vier Beobachtungsreihen entsprechen. Ein Blick auf eine dieser Curven, namentlich die für Mailand, zeigt in überraschender Weise in ihrem Verlaufe einen so engen Zusammenhang mit der Curve der Polarlichter, dass sie der Hauptsache nach fast nur als eine Wiederholung der letzteren Curve zu betrachten ist. Auch ist im Gange dieser vier Curven der Barometerschwankungen, die 70jährige Periode deutlich zu erkennen. Zum Behufe einer genaueren Untersuchung habe ich die jährliche Schwankung des Luftdruckes gleichfalls unter der Form

$$M+a \sin (y+A)$$

vorausgesetzt, und den **mittleren** Gang derselben für jeden der vier Beobachtungsorte unter der Annahme berechnet, dass die Periode $T = 70$ Jahre und der Werth $A = 250°$ auch für diese Gattung von Erscheinungen gelte. Ich fand nun folgende



Gleichungen, von denen ich jedoch der Kürze wegen nur die für Prag anführe:

1802	$M - 0\cdot49\,a - 15\cdot35 = 0$
1807	$M - 0\cdot82\,a - 18\cdot28 = 0$
1812	$M - 0\cdot99\,a - 15\cdot66 = 0$
1817	$M - 0\cdot96\,a - 17\cdot07 = 0$
1822	$M - 0\cdot74\,a - 19\cdot55 = 0$
1827	$M - 0\cdot39\,a - 17\cdot46 = 0$
1832	$M + 0\cdot05\,a - 16\cdot71 = 0$
1837	$M + 0\cdot49\,a - 17\cdot74 = 0$
1842	$M + 0\cdot82\,a - 18\cdot35 = 0$
1847	$M + 0\cdot99\,a - 18\cdot53 = 0$
1852	$M + 0\cdot96\,a - 18\cdot91 = 0$
1857	$M + 0\cdot74\,a - 19\cdot64 = 0$
1862	$M + 0\cdot39\,a - 17\cdot81 = 0$
1867	$M - 0\cdot05\,a - 17\cdot83 = 0$ u. s. f.

Mittelst der Methode der kleinsten Quadrate, und indem in jedem der vier Systeme von Gleichungen die Summe der Fehler gleich 0 gemacht wurde, ergab sich:

Jährliche Schwankung des Barometerstandes:

für Prag .... $17\cdot78 + 0\cdot86 \sin(y + 250°)$
„ Mailand .... $15\cdot88 + 0\cdot48 \sin(y + 250\ )$
„ Wien............ $16\cdot39 + 1\cdot01 \sin(y + 250\ )$
„ München .... $15\cdot29 + 1\cdot67 \sin(y + 250\ )$.

Nach diesen vier Formeln sind die vier punctirten Curven eingezeichnet, welche den mittleren Gang der jährlichen Schwankung darstellen. Die merkwürdige Harmonie dieser Curven mit den unregelmässigen, aus den Beobachtungen erhaltenen, erlaubt wohl den nachfolgenden Satz als unzweifelhaft aufzustellen:

Die aus den Beobachtungen seit 1763 erhaltenen Werthe der jährlichen Schwankung des Barometerstandes in Prag, Mailand, Wien und München werden sehr befriedigend dargestellt durch die Voraussetzung, dass die jährliche Schwankung des Luftdruckes die längere (70jährige) Periode mit den Nordlichtern und Sonnenflecken gemein hat und gleich-

zeitig mit diesen Erscheinungen ihr Maximum oder Minimum erreicht.

Ich kann zum Schlusse mir nicht versagen, die Bemerkung beizufügen, dass während der Ausführung dieser Arbeit mit immer grösserer Bestimmtheit der Gedanke in den Vordergrund trat, dass die 70jährige Periode der Polarlichter, Sonnenflecke u. s. w., soweit unsere bisherigen Beobachtungen reichen, als die Hauptperiode anzusehen sei, während die $11^1/_3$jährige Wolf'sche Periode nur bei einzelnen dieser Erscheinungen sich geltend macht, bei anderen aber ziemlich zurücktritt. Ich spreche dies jedoch nur als eine Vermuthung aus, die erst durch weitere Beobachtungen ihre Bestätigung finden kann.

ANHANG.

I. Ebbe- und Fluthglied.

Dasselbe hat die Form: $k \sin(30n + A)$, wo n die mittlere Zeit, in Stunden ausgedrückt, bedeutet. Die folgende Zusammenstellung enthält die Werthe von k und A aus den Barometer-Beobachtungen (zu den geraden Stunden 0^h 2^h 4^h u. s. f.) in Prag und München.

Prag.

	1842			1843			1844		
Jänner	0‴111	159°	42'	0‴105	176°	49'	0‴071	151°	6'
Februar	0·118	156	19	0·152	98	45	0·070	161	55
März	0·075	135	32	0·145	166	6	0·159	161	0
April	0·117	150	2	0·137	146	2	0·126	140	3
Mai	0·135	153	39	0·115	125	25	0·124	118	27
Juni	0·088	134	44	0·110	126	3	0·089	103	6
Juli	0·105	141	17	0·100	139	59	0·092	132	34
August	0·129	146	47	0·119	155	32	0·118	162	43
September	0·132	146	51	0·124	145	56	0·120	145	8
October	0·168	144	35	0·129	172	14	0·138	145	49
November	0·123	136	23	0·131	165	58	0·077	167	28
December	0·105	128	8	0·094	148	6	0·102	146	44

	1845			1846			1847		
Jänner	0‴105	127°	15'	0‴079	153°	7'	0‴085	88°	3'
Februar	0·133	160	40	0·118	151	23	0·119	169	54
März	0·136	133	57	0·098	134	40	0·122	116	53
April	0·135	141	25	0·121	158	12	0·122	144	38
Mai	0·108	132	6	0·137	142	7	0·114	163	55
Juni	0·135	141	25	0·096	147	23	0·083	124	4
Juli	0·134	145	42	0·079	130	52	0·091	133	17
August	0·107	143	4	0·123	149	58	0·094	133	57
September	0·104	138	45	0·119	138	45	0·116	135	32
October	0·132	148	45	0·128	153	13	0·132	141	52
November	0·127	146	7	0·081	144	53	0·126	134	9
December	0·102	127	30	0·122	162	56	0·098	142	26

	1848			1849			1850		
Jänner	0‴123	130°	8'	0‴051	128°	28'	0‴111	156°	2'
Februar	0·084	144	5	0·100	166	0	0·116	124	7
März	0·106	152	22	0·095	128	39	0·127	117	48
April	0·133	139	24	0·085	151	59	0·089	111	56
Mai	0·083	135	51	0·095	127	38	0·072	138	21
Juni	0·104	109	25	0·098	121	57	0·061	121	36
Juli	0·094	116	28	0·048	125	3	0·064	126	3
August	0·087	131	39	0·103	137	54	0·091	138	10
September	0·104	135	32	0·086	126	10	0·071	115	19
October	0·099	134	44	0·116	152	38	0·103	154	4
November	0·120	160	28	0·070	171	47	0·111	163	29
December	0·102	148	24	0 072	136	7	0·089	147	16

	1851			1852			1853		
Jänner	0‴080	142°	45'	0‴113	137°	30'	0‴077	128°	8'
Februar	0·115	148	38	0·078	105	6	0·079	141	36
März	0·100	121	25	0·104	157	58	0·113	148	35
April	0·087	136	39	0·120	162	36	0·089	139	44
Mai	0·089	161	19	0·118	168	35	0·111	138	2
Juni	0·098	121	1	0·105	136	31	0·098	148	21
Juli	0·094	117	28	0·100	132	30	0·090	146	47
August	0·100	138	25	0·114	138	21	0·111	149	20
September	0·090	122	11	0·137	136	39	0·116	139	16
October	0·115	136	55	0·152	147	49	0·121	153	26
November	0·110	169	58	0·100	153	20	0·100	159	8
December	0·089	131	58	0·113	167	11	0·100	113	50

	1854		1855		1856	
Jänner	0·104	179° 5'	0·083	136° 55'	0·064	136° 15'
Februar	0·102	149 58	0·111	155 11	0·120	152 41
März	0·085	143 8	0·106	146 4	0·133	142 26
April	0·134	129 14	0·115	147 5	0·140	130 36
Mai	0·123	151 19	0·096	133 29	0·103	155 35
Juni	0·090	133 13	0·113	154 19	0·104	142 3
Juli	0·109	141 36	0·104	130 32	0·104	147 34
August	0·135	147 34	0·123	142 38	0·118	132 10
September	0·144	145 23	0·127	132 50	0·098	141 28
October	0·134	157 22	0·118	137 18	0·150	162 13
November	0·081	139 44	0·085	151 56	0·075	118 41
December	0·098	144 1	0·146	176 24	0·127	161 43

	1857		1858		1859	
Jänner	0·098	141° 32'	0·088	122° 47'	0·080	152° 5'
Februar	0·127	148 42	0·125	138 41	0·126	164 38
März	0·121	120 43	0·109	147 45	0·109	134 40
April	0·135	164 14	0·142	145 19	0·129	148 6
Mai	0·107	148 24	0·126	171 36	0·107	141 28
Juni	0·078	139 20	0·092	127 53	0·101	143 27
Juli	0·121	154 10	0·078	130 32	0·104	143 38
August	0·124	152 44	0·096	149 10	0·122	139 8
September	0·146	149 31	0·140	146 29	0·137	161 34
October	0·146	160 18	0·150	156 42	0·099	131 15
November	0·115	148 38	0·081	123 34	0·086	142 18
December	0·101	154 7	0·130	171 31	0·117	175 31

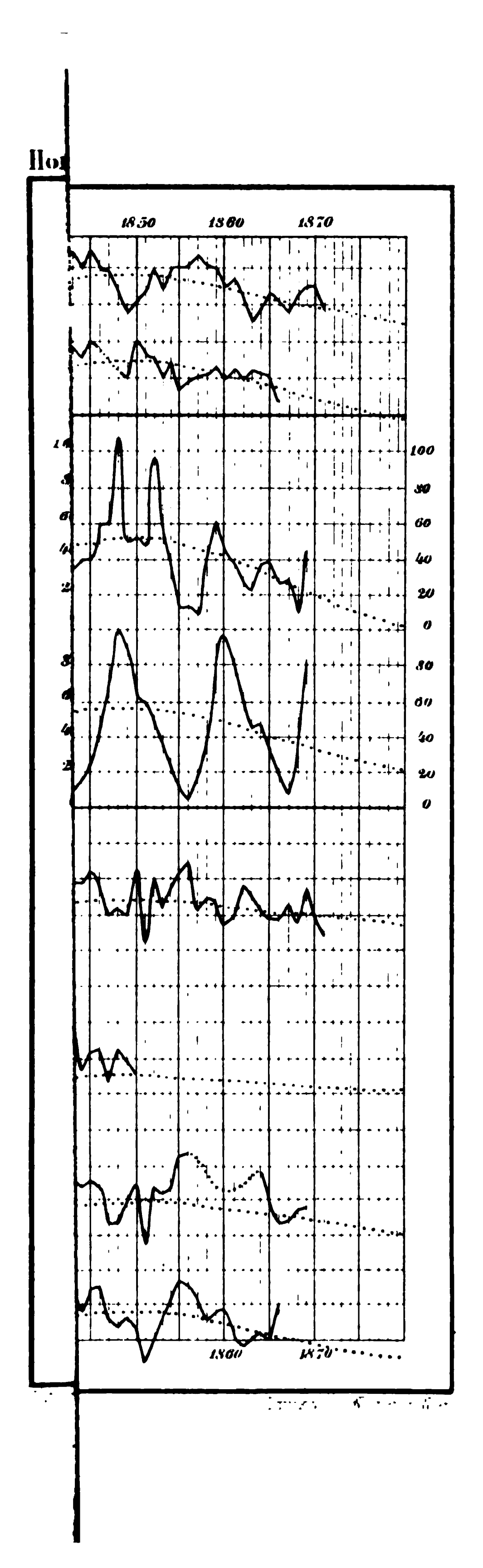
	1860		1861		1862	
Jänner	0·066	143° 46'	0·108	167° 58'	0·076	124° 33'
Februar	0·133	171 0	0·094	117 28	0·099	160 54
März	0·101	136 51	0·112	131 15	0·142	135 5
April	0·155	166 18	0·128	150 39	0·161	159 23
Mai	0·088	120 33	0·109	131 30	0·089	119 39
Juni	0·080	140 42	0·089	131 58	0·072	122 3
Juli	0·090	127 30	0·093	147 16	0·070	149 20
August	0·114	132 18	0·138	148 13	0·049	116 58
September	0·129	151 59	0·108	140 46	0·118	161 29
October	0·110	154 32	0·111	141 5	0·093	138 32
November	0·079	146 55	0·098	157 36	0·071	176 5
December	0·080	151 2	0·105	151 36	0·086	209 43

	1863			1864			1865		
Jänner......	0"064	161°	45'	0"058	126°	37'	0"073	148°	52'
Februar.....	0·136	169	21	0·079	129	45	0·099	167	51
März	0·043	148	6	0·131	156	22	0·096	167	30
April	0·081	131	19	0·115	158	42	0·117	140	50
Mai.........	0·075	135	32	0·061	133	29	0·111	142	34
Juni	0·080	155	14	0·089	144	27	0·097	116	34
Juli	0·053	145	19	0·071	159	24	0·103	147	34
August	0·079	138	29	0·100	136	35	0·103	155	38
September ..	0·078	151	9	0·084	145	6	0·114	147	52
October.....	0·090	148	10	0·099	166	55	0·121	147	59
November...	0·107	177	19	0·109	160	45	0·102	169	7
December...	0·076	171	11	0·061	141	52	0·070	145	19

	1866			1867			1868		
Jänner......	0"071	142°	3'	0"092	183°	19'	0"053	146°	47'
Februar.....	0·061	131	24	0·084	138	34	0·079	150	12
März	0·117	170	41	0·078	152	29	0·127	148	26
April	0·122	143	52	0·113	170	29	0·091	155	7
Mai....... .	0·112	148	16	0·071	152	54	0·094	147	18
Juni	0·113	141	40	0·058	147	47	0·112	137	14
Juli	0·101	151	46	0·067	134	48	0·117	143	13
August	0·117	161	58	0·108	153	57	0·105	153	18
September ..	0·111	157	44	0·105	144	19	0·129	150	25
October.....	0·129	169	21	0·070	150	7	0·155	171	11
November...	0·052	182	45	0·096	139	49	0·083	142	10
December..	0·021	111	6	0·101	163	40	0·027	153	24

	1869			1870			1871		
Jänner.. ...	0"078	138°	8'	0"094	149°	7'	0"092	148°	14'
Februar.....	0·105	117	56	0·102	132	44	0·080	115	50
März	0·107	156	25	0·086	149	3	0·077	137	3
April	0·139	157	8	0·100	146	42	0·096	147	27
Mai.........	0·089	156	8	0·095	136	49	0·082	152	2
Juni	0·101	149	23	0·095	142	8	0·058	118	24
Juli	0·088	145	38	0·115	112	56	0·065	133	17
August	0·117	143	6	0·112	150	0	0·086	132	22
September ..	0·123	136	27	0·159	157	50	0·115	109	7
October.....	0·136	156	18	0·080	139	33	0·109	154	34
November...	0·076	107	7	0·124	164	49	0·061	169	38
December...	0·103	145	25	0·087	135	34	0·098	166	16

Jahr	Prag	Mailand	Wien	München
1830	15‴69	15‴7	16‴74	13‴9
1831	15·24	14·2	12·57	13·2
1832	15·18	12·3	13·25	12·0
1833	19·34	13·5	17·12	15·4
1834	18·12	16·2	15·96	14·2
1835	19·01	17·87	18·27	16·0
1836	18·10	17·63	15·01	16·3
1837	17·83	17·42	17·45	16·2
1838	18·02	20·25	16·91	....
1839.	15·74	16·28	13·89	....
1840	17·92	17·19	17·13	....
1841	18·04	17·34	18·68	16·6
1842	16·23	14·97	14·98	15·1
1843	19·79	19·95	18·88	18·6
1844	19·75	16·31	18·46	16·6
1845	20·51	18·06	18·87	18·8
1846	19·53	18·43	18·14	19·0
1847	17·65	16·03	15·75	16·4
1848	17·93	18·01	16·18	16·0
1849	17·01	17·47	17·65	16·6
1850	20·81	16·18	18·73	15·7
1851	15·63	....	14·07	13·5
1852	20·15	....	18·38	15·2
1853	18·17	....	17·77	16·5
1854	19·79	....	18·55	18·3
1855	21·07	....	20·70	19·0
1856	21·52	....	21·01	18·8
1857	17·69	....	....	17·2
1858	19·10	....	....	16·5
1859	18·83	....	....	17·1
1860	16·61	....	....	17·0
1861	17·08	....	....	14·9
1862	19·17	....	....	14·6
1863	18·42	....	....	15·2
1864	17·75	....	19·76	15·5
1865	17·29	....	17·35	15·1
1866	16·99	....	15·77	17·2
1867	18·32	...	15·95	....
1868	16·82	....	16·81	....
1869	19·75	....	16·89	....
1870	17·51	....	....	....
1871	15·92	....	....	....



1850
1860
1870
100
80
60
40
20
0
80
60
40
20
0
1860
1870

XIV. SITZUNG VOM 16. MAI 1872.

In Verhinderung des Präsidenten führt Herr Hofrath Freih. v. Burg den Vorsitz.

Herr Joh. Gleissner, k. k. Artillerie-Hauptmann und Prof. an der militär-technischen Schule zu Mährisch-Weisskirchen, berichtet mit Schreiben vom 12. Mai, über einen von ihm in der Brust einer Ringeltaube vorgefundenen, von einem alten Schusse herrührenden, eingekapselten Federpfropf nebst Bleischrot, und übersendet das betreffende Präparat.

Herr Prof. Dr. E. Suess legt im Namen des Herrn Prof. Makowski in Brünn ein Exemplar eines fossilen, im Rothliegenden der Cerna Hora bei Brünn aufgefundenen fossilen Reptils vor.

Der Secretär v. Schrötter überreicht eine vorläufige Mittheilung: „Über ein zweckmässiges Verfahren zur Gewinnung des Tellurs aus der Tellurschliche von Nagyág in Siebenbürgen".

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Accademia Pontifica de' Nuovi Lincei: Atti. Anno XXV, Sess. 4ª. Roma, 1872; 4⁰.

Akademie, Südslavische, der Wissenschaften und Künste: Rad. Knjiga XVIII. U Zagrebu, 1872; 8⁰. — Pisani zakoni na slovenskom jugu. Bibliografski nocrt. D'ᵃ V. Bogišića. I. U Zagrebu, 1872; 8⁰.

Annalen der Chemie und Pharmacie, von Wöhler, Liebig & Kopp. N. R. Band LXXXVI, Heft 2 & 3. Leipzig & Heidelberg, 1872; 8⁰.

Annales des mines. VIᵉ Série. Tome XX, 5ᵉ & 6ᵉ Livraisons de 1871. Paris; 8⁰.

Apotheker-Verein, allgem. österr.: Zeitschrift. 10. Jahrgang, Nr. 14. Wien, 1872; 8°.

Bibliothèque Universelle & Revue Suisse: Archives des sciences physiques et naturelles. N. P. Tome XLIIIe, Nr. 172. Génève, Lausanne, Paris, 1872; 8°.

Canestrini, Giovanni, Gli Opilionidi Italiani. (Estr. dagli Annali del Museo civ. di Storia Nat. di Genova. Vol. II.) 8°.

Comitato, R., geologico d'Italia: Bollettino. Anno 1872. Nr. 1 & 2. Firenze; 8°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXIV, Nr. 18. Paris, 1872; 4°.

Eichwald, Ed. von, Analecten aus der Paläontologie und Zoologie Russlands. Moskau, 1871; 4°.

Gesellschaft, Senckenbergische naturforschende: Abhandlungen. VIII. Bandes 1. & 2. Heft. Frankfurt a. M., 1872; 4°. — Bericht. 1870—1871. Frankfurt a. M.; 8°.

Gewerbe-Verein, n.-ö., Wochenschrift. XXXIII. Jahrgang. Nr. 19—20. Wien, 1872; 4°.

Grad, Charles, Essais sur le climat de l'Alsace et des Vosges. Mulhouse, 1870; 8°.

Greifswald, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften seit dem Sommer-Semester 1871. 4° & 8°.

Jena, Universität, Akademische Gelegenheitsschriften aus dem Jahre 1871/72. 4° & 8°.

Landbote, Der steirische. 5. Jahrgang, Nr. 10. Graz, 1872; 4°.

Landwirthschafts-Gesellschaft, k. k., in Wien: Verhandlungen und Mittheilungen. Jahrgang 1872, Nr. 11. Wien; 8°.

Mittheilungen des k. k. techn. & administr. Militär-Comité. Jahrgang 1872, 5. Heft. Wien; 8°.

— aus J. Perthes' geographischer Anstalt. 18. Band, 1872. IV. Heft. Gotha; 4°.

Nature. Nr. 132, Vol. VI. London, 1872; 4°.

Reichsanstalt, k. k. geologische: Verhandlungen. Jahrgang 1872, Nr. 8. Wien; 4°.

„Revue politique et littéraire" et „La Revue scientifique de la France et de l'étranger." Ire Année. (2e Série), Nr. 46. Paris & Bruxelles, 1872; 4°.

Ross, Alexander Milton, The Birds of Canada. Toronto, 1871; kl. 8°.

Tschermak, Gustav, Mineralogische Mittheilungen. Jahrgang 1872. Heft 1. Wien; kl. 4°.

Verein, Offenbacher, für Naturkunde: XI. & XII. Bericht. 1869—1870 & 1870—1871. Offenbach a. M.; 8°.

Vierteljahresschrift für wissenschaftliche Veterinärkunde. XXXVII. Band, 1. Heft. Wien, 1872; 8°.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXII. Jahrgang, Nr. 19. Wien, 1872; 4°.

Zeitschrift für Chemie, von Beilstein, Fittig & Hübner. XIV. Jahrgang. N. F. VII. Band, 20. & 21. Heft. Leipzig, 1871; 8°.

— für die gesammten Naturwissenschaften, von C. G. Giebel. N. F. 1871. Band IV. Berlin; 8°.

XV. SITZUNG VOM 31. MAI 1872.

Herr Prof. Dr. Czyrniański übersendet eine Abhandlung: „Über das Wirken der Atome in den Molecülen".

Herr Director Dr. J. Stefan überreicht folgende zwei Abhandlungen:

1. „Anwendung des Chronoskops zur Bestimmung der Schallgeschwindigkeit im Kautschuk";

2. „Uber Schichtungen in schwingenden Flüssigkeiten".

Herr Prof. Dr. V. v. Lang legt eine Abhandlung: „Zur dynamischen Theorie der Gase II," vor.

Herr Dr. Friedr. Brauer übergibt eine Abhandlung, betitelt: „Beiträge zur Kenntniss der Phyllopoden".

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Accademia, Reale, dei Lincei: Atti. Tomo XXIV. Sess. 5ᵃ—7ᵃ Roma, 1871 & 1872; 4⁰.

Akademie der Wissenschaften, Königl. Preuss., zu Berlin: Monatsbericht. Februar 1872. Berlin; 8⁰.

— — Königl. Bayer., zu München: Sitzungsberichte der math. physik. Classe. 1872. Heft. 1. München; 8⁰.

Apotheker-Verein, allgem.-österr.: Zeitschrift. 10. Jahrgang, Nr. 15—16. Wien, 1872; 8⁰.

Astronomische Nachrichten. Nr. 1887—1888. (Bd. 79. 15—16.) Altona, 1872; 4⁰.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXIV, Nrs. 19—20. Paris, 1872; 4⁰.

Gesellschaft, österr., für Meteorologie: Zeitschrift. VII. Bd., Nr. 10. Wien, 1872; 4°.

— Physikal.-Medicin., in Würzburg: Verhandlungen. N. F. II. Band, 4. (Schluss-)Heft. Würzburg, 1872; 8°.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXXIII. Jahrgang, Nr. 21—22. Wien, 1872; 4°.

Heidelberg, Universität: Akadem. Gelegenheitsschriften aus dem Jahre 1871/72. 4° & 8°.

Istituto, Reale, Veneto di Scienze, Lettere ed Arti: Memorie. Vol. XVI, Parte 1. Venezia, 1872; 4°. — Atti. Tomo I°, Serie IV^a, Disp. 5^a. Venezia, 1871—72; 8°.

Journal für praktische Chemie, von H. Kolbe. N. F. Band V, 7. & 8. Heft. Leipzig, 1872; 8°.

Landbote, Der steirische. 5. Jahrgang, Nr. 11. Graz, 1872; 4°.

Landwirthschafts-Gesellschaft, k. k., in Wien: Verhandlungen und Mittheilungen. Jahrgang 1872. Nr. 12—13. Wien; 8°.

Lotos. XXII. Jahrg. April 1872. Prag; 8°.

Nature. Nrs. 133—134, Vol. VI. London. 1872; 4°.

Reichsanstalt, k. k. geologische: Jahrbuch. Jahrgang 1872. XXII. Band, Nr. 1. Wien; 4°.

„Revue politique et littéraire" et „La Revue scientifique de la France et de l'étranger." Ire Année (2e Série) Nrs. 47—48. Paris & Bruxelles, 1872; 4°.

Schenk, S. L., Anatomisch-physiologische Untersuchungen. Wien, 1872; 8°.

Société Botanique de France: Bulletin. Tome XVIIIe, 1871. Comptes rendus des séances. 2. Paris; 8°.

— des Ingénieurs civils: Séance du 3 Mai 1872. Paris; 8°.

— Linnéenne de Bordeaux: Actes. Tome XXVII (3e Série, Tome VII), 2e Partie; Tome XXVIII (3e Série, Tome VIII). 1re Partie. Paris & Bordeaux, 1872; 8°.

Verein für siebenbürgische Landeskunde: Archiv. N.F. IX. Bd., 3. Heft (1871); X. Band, 1. Heft (1872). Hermannstadt; 8°. — Jahresbericht für das Vereinsjahr 1870/71. Hermannstadt; 8°. — Trausch, Jos., Schriftsteller-Lexicon etc. II. Band. Kronstadt, 1870; 8°.

Verein der Freunde der Naturgeschichte in Mecklenburg: Archiv. 25. Jahr. Neubrandenburg, 1872; 8°.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXII. Jahrgang, Nr. 20—21. Wien, 1872; 4°.

Zeitschrift des österr. Ingenieur- & Architekten-Vereins. XXIV. Jahrgang, 7. Heft. Wien, 1872; 4°.

Zur dynamischen Theorie der Gase. II.

Von dem w. M. **Viktor v. Lang.**

Ich habe vor Kurzem gezeigt, dass die von Clausius für die Wärmeleitung in Gasen aufgestellte Formel durch ähnliche einfache Betrachtungen erhalten werden kann, wie sie Krönig seinerzeit zur Erklärung des Druckes der Gase in Anwendung brachte. Das Resultat meiner Untersuchung stimmte allerdings insofern nicht ganz mit dem von Clausius, als ich einen Factor $^1/_{12}$ erhielt, wo in der Formel von Clausius der Factor $^5/_{24}$ erscheint. Ich habe damals keinen Werth auf diesen Unterschied gelegt, da ja keine Angaben über das Wärmeleitungsvermögen der Gase vorlagen. Seitdem ist es jedoch Hrn. Director Stefan gelungen, das Leitungsvermögen der Luft mit grosser Genauigkeit zu bestimmen, und da zeigt es sich, dass weder mit dem Factor $^1/_{12}$ noch mit dem Factor $^5/_{24}$ die Formel der Beobachtung entspricht, letztere fordert vielmehr den Factor $^1/_4$. Es ist aber leicht, die von mir gegebene Ableitung so zu transformiren dass dieser Factor herauskommt, und ich glaube, dass durch diese Änderung mein Verfahren nur logischer wird.

Bevor ich nun im Anschlusse an meine erste Abhandlung nochmals die Wärmeleitung in Betracht ziehe, will ich noch einige Bemerkungen über den Factor K vorausschicken, mit welchen man die lebendige Kraft L der fortschreitenden Bewegung der Molecüle multipliciren muss, um die im Gase enthaltene Wärmemenge W' zu finden.

Wärmemenge eines Gases.

Ist C die specifische Wärme bei constantem Volumen, G das Gewicht des Gases, so hat man für die Wärme U, welche man demselben bei constantem Volumen zuführen muss, um dessen

Temperatur auf die absolute Temperatur T zu bringen, bekanntlich

$$U = CGT. \tag{1}$$

Nun ist, wenn m die Masse eines Molecüls, c die mittlere Geschwindigkeit und N die Anzahl derselben bedeutet,

$$G = Nmg = 2\frac{g}{c^2}\frac{Nm}{2}c^2 = 2\frac{g}{c^2}L. \tag{2}$$

Demzufolge wird Gleichung (1)

$$U = 2C\frac{gT}{c^2}L. \tag{3}$$

Diese Gleichung lehrt, dass die Wärme W proportional der mittleren lebendigen Kraft der Molecüle ist. Der Factor von L

$$K = 2C\frac{gT}{c^2} \tag{4}$$

ist nämlich unabhängig von Druck und Temperatur, da

$$\frac{c^2}{T} = \frac{c_0^2}{T_0} \tag{5}$$

wo der Index 0 sich auf den Eispunkt bezieht (5). Somit wird

$$K = 2CG\frac{T_0}{u_0}. \tag{6}$$

Für Luft ist unter Zugrundelegung von Kilogramm und Meter $C = 0{\cdot}168$, $c_0 = 485$; ferner hat man $g = 9{\cdot}809$, $T_0 = 273$, woraus

$$K = \frac{1}{261}$$

folgt. Nach dieser Rechnung würden einer Wärmeeinheit nur 261 Arbeitseinheiten entsprechen, während sie erfahrungsgemäss 424 solcher Einheiten äquivalent ist, woraus hervorgeht, dass von der einem Gase bei constantem Volum zugeführten Wärme nur $\frac{261}{424} = 0{\cdot}60$ Theile zur Erhöhung der lebendigen Kraft der fort-

schreitenden Bewegung der Gasmolecüle verwendet werden können. Bekanntlich hat Clausius dieses Resultat schon seit langer Zeit auf einem etwas anderen Wege abgeleitet.

Wärmeleitung.

Wir nehmen an, dass die Temperatur mit der z-Axe variire; für die lebendige Kraft der Molecüle, welche sich aus der Entfernung z senkrecht durch die xy-Ebene bewegen, hat man per Flächen und Zeiteinheit

$$\frac{mn_z c_z^2}{6\theta_z}\,dz = \frac{mn_z c_z^3}{6l_z}\,dz.$$

In diesen Ausdrücken nun betrachten wir l_z als constant in Übereinstimmung mit der folgenden Summation, wo für l_z ebenfalls ein Mittelwerth gesetzt werden muss. Ist aber l_z constant, so muss auch n_z constant sein, da ja zwischen diesen Grössen die Beziehung

$$l = \frac{3}{4\pi s^2 n} \tag{7}$$

besteht. Statt des früheren Ausdruckes erhalten wir so

$$\frac{mnc_z^3}{6l}\,dz = \frac{mnc^3}{6l}\left(\frac{T_z}{T}\right)^{3/2} dz = \frac{mnc^3}{6l}\left(1 + \frac{3}{2}\,\frac{dT}{dz}\,\frac{z}{T}\right) dz.$$

Die betrachteten Molecüle gehen alle bis zur Entfernung $l-z$ und haben dort die entsprechende lebendige Kraft

$$\frac{nmc^3}{6l}\left(1 + \frac{3}{2}\,\frac{dT}{dz}\,\frac{z-l}{T}\right) dz$$

haben also die lebendige Kraft

$$\frac{nmc^3}{4T}\,\frac{dT}{dz}\,dz$$

beim Durchgange durch die xy-Ebene verloren. Für die ganze an diese Ebene abgegebene lebendige Kraft aber erhält man

$$\frac{nmc^3 l}{4T} = \frac{n_0 mc_0^3}{4T_0}\sqrt{\frac{T}{T_0}}\,\frac{dT}{dz}\,l_0.$$

Die diesen Ausdrücken entsprechende Wärmemenge Q erhält man nach dem früheren durch Multiplication mit $2Cg\frac{T}{c^2}$ so dass

(8) $$Q = \frac{C}{2} gnmcl \frac{dT}{dz}$$

und für den eigentlichen Wärmeleitungscoëfficienten

(9) $$\bar{\omega} = \frac{C}{2} gnmcl$$

wird. Nun ist der Theorie der inneren Reibung zufolge

(10) $$Gnmcl = 3\eta$$

wo η sich auf die Masseneinheit bezieht; somit hat man auch

(11) $$\bar{\omega} = \frac{3}{2} C\eta.$$

Setzt man für Luft nur die Temperatur von 18° C. nach Maxwell und Meyer $\eta = 0{\cdot}0002$ und $C = 1{\cdot}6849$, so wird $\bar{\omega} = 0{\cdot}0000505$ unter Zugrundelegung von Gramm und Centimeter. Director Stefan fand das Wärmeleitungsvermögen der Luft zwischen 0° und 15° C. gleich 0·0000558.

Die letzte Formel gibt ferner für Sauerstoff 0·0000519, Stickstoff 0·0000499, Wasserstoff 0·0003544, wobei die von O. E. Meyer [1] berechneten Werthe von η benützt sind.

[1] Pogg. Ann. B. 143 (1871) S. 14.



Anwendung des Chronoskops zur Bestimmung der Schallgeschwindigkeit im Kautschuk.

Von J. Stefan.

(Mit 3 Holzschnitten.)

In der Abhandlung über die „Anwendung der Schwingungen zusammengesetzter Stäbe zur Bestimmung der Schallgeschwindigkeit“ [1] habe ich die Werthe der letzteren Grösse für mehrere weiche Körper und darunter auch für Kautschuk mitgetheilt. Stäbchen aus Kautschuk gaben für die Schallgeschwindigkeit Werthe, welche zwischen 30 und 60 Meter variirten, der Art, dass je weicher der Kautschuk, desto kleiner die Geschwindigkeit des Schalles in demselben sich ergab.

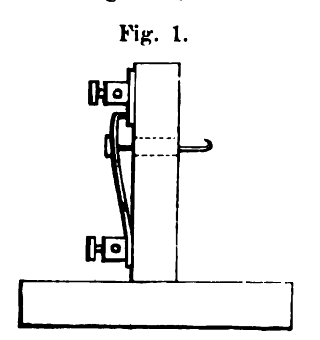
Ich habe seither die Fortpflanzungsgeschwindigkeit longitudinaler Impulse im Kautschuk auch direct mit Hilfe des Hipp'schen Chronoskops bestimmt. Die Anwendung dieses Chronoskops zur Bestimmung der Dauer einer Erscheinung setzt einen Hilfsapparat voraus, durch welchen bei Beginn der Erscheinung der Strom, welcher den Elektromagneten im Apparate umkreist, unterbrochen, am Ende der Erscheinung aber wieder geschlossen wird. Diesen Apparat stellte ich nun in folgender Weise her.

Auf einem viereckigen Brett 13 Cm. lang, 9 Cm. breit, erhebt sich ein hölzernes Säulchen 10 Cm. hoch, das in der Höhe von 6 Cm. durchbohrt ist. Auf der einen Seite dieses Säulchens sind zwei Messingplättchen durch Schrauben, die zugleich Klem-

[1] Sitzungsberichte LVII.

men zur Aufnahme von Leitungsdrähten sind, befestigt. Die beiden Plättchen greifen über einander. Das eine von ihnen federt und ist mit einer kleinen Öffnung versehen. Durch diese kann ein Messingstift geführt werden, der an dem einen Ende in ein Häkchen endigt, an dessen anderes Ende ein Knopf aufgeschraubt werden kann. Nebenstehende Figur 1 gibt von diesem Apparate einen Durchschnitt.

Fig. 1.



Für gewöhnlich berührt das federnde Plättchen das andere nicht, so dass von der einen zur anderen Klemme keine leitende Verbindung besteht. Durch einen Zug an dem Messingstift kann aber das federnde Plättchen gegen das fixe angedrückt, also die Leitung hergestellt werden.

Ganz so wie dieser ist der zweite Theil des Apparates construirt. Er unterscheidet sich von dem ersten nur dadurch, dass für gewöhnlich das federnde Plättchen auf dem fixen aufruht, also die beiden Klemmen leitend verbunden sind. Diese Verbindung kann aber unterbrochen werden durch einen Zug an dem jetzt in umgekehrter Richtung durch die Öffnung im Plättchen geführten Messingstift, durch welchen Zug das federnde Plättchen von dem fixen abgehoben wird. Hört der Zug auf, so wird auch die Leitung wieder hergestellt.

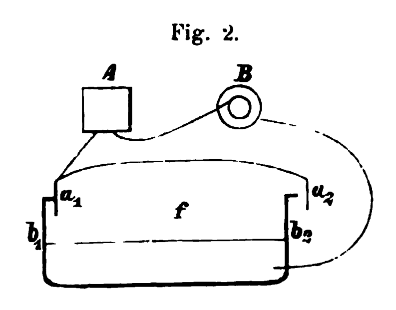
Die Anwendung dieses Apparates zur Bestimmung der Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Schalles im Kautschuk ist folgende:

Die beiden Theile des Apparates werden an zwei Tischen durch Zwingen befestigt der Art, dass die Flächen, an welchen die Messingplättchen sich befinden, beide nach derselben Seite gerichtet sind. In die Häkchen der beiden Messingstifte werden die Enden einer Kautschukschnur eingehängt mittelst Schlingen aus Zwirn, die an den Enden der Schnur befestigt sind.

Die beiden Tische werden so weit von einander entfernt, dass die Kautschukschnur gespannt und das eine der federnden Plättchen dadurch an seine Unterplatte angedrückt, das andere von seiner Unterplatte abgehoben wird.

Die Verbindung der Batterie mit dem Hipp'schen Chronoskop ist durch die beiden Theile dieses Apparates in doppelter Weise herzustellen nach beistehendem Schema (Fig. 2). A bedeutet das Chronoskop, B die Batterie, a_1 und a_2 sind die zwei fixen, b_1 und b_2 die zwei federnden Plättchen. Das eine Ende der durch das Chronoskop gehenden Leitung ist mit dem einen Pol der Batterie, das andere Ende mit dem Plättchen a_1 verbunden. Der zweite Pol der Batterie steht in Verbindung mit b_2. Ausserdem sind a_1 und a_2 unter sich und ebenso b_1 und b_2 unter sich verbunden.

Fig. 2.



Ist die Kautschukschnur f gespannt, so ist das federnde Plättchen b_1 gegen a_1 angedrückt, b_2 von a_2 abgehoben. Der Strom ist durch die Leitung $A\ a_1\ b_1\ b_2\ B\ A$ geschlossen. Wird nun der Faden, durch welchen die Kautschukschnur mit dem federnden Plättchen b_1 verbunden ist, abgebrannt, so hört der Zug auf das Plättchen zu wirken auf, es springt zurück und der Strom ist unterbrochen.

Die Aufhebung der Spannung pflanzt sich nun in der Schnur fort bis an's andere Ende derselben zum zweiten Theile des Apparates, hat auch hier die Spannung aufgehört, so schlägt das Plättchen b_2 gegen a_2 und der Strom ist nun abermals geschlossen und zwar durch die Leitung $A\ a_2\ b_3\ BA$.

Die Verschiebung des Zeigers an der Hipp'schen Uhr gibt die Zeit, durch welche hindurch der Strom unterbrochen war. Diese Zeit ist bis auf eine verschwindend kleine Grösse gleich derjenigen, welche die nach Aufhebung der Spannung an dem einen Ende eintretende Contraction in der Schnur zu ihrer Fortpflanzung bis an das andere Ende braucht. Die Geschwindigkeit dieser Fortpflanzung ist auch die des Schalles.

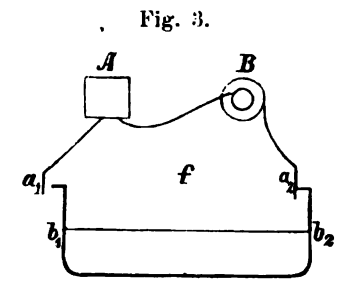
Als Beispiel führe ich an, dass mit einer Schnur von 4·65 Meter Länge bei einem Versuch die Zeit 0·099, bei einem zweiten die Zeit 0·102 Secunden beobachtet wurde, woraus sich

46 Meter für die Fortpflanzungsgeschwindigkeit einer longitudinalen Verschiebung oder des Schalles in dieser Schnur ergibt.

Dass die beobachtete Zeit wirklich jene darstellt, welche zur Fortpflanzung der Spannungen in der Schnur nöthig ist, dass also die zum Stromschluss durch die Plättchen nöthige Zeit verschwindend klein ist, davon kann man sich durch einen zweiten Versuch überzeugen, bei welchem man statt der Kautschukschnur einen Metalldraht oder eine Hanfschnur verwendet, in welchen die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Schalles eine sehr grosse ist. Der Zeiger an der Hipp'schen Uhr verrückte sich bei Anwendung solcher Drähte oder Schnüre entweder gar nicht oder nur um einen Theilstrich, der 0·001 Secunde darstellt.

Man kann den hier beschriebenen Apparat auch mit einem solchen Chronoskop verbinden, bei welchem während der zu messenden Dauer einer Erscheinung nicht wie beim Hipp'schen ein Strom unterbrochen, sondern geschlossen gehalten werden muss. Nebenstehende Figur 3 gibt wieder das Schema der in diesem Falle zu treffenden Anordnung. Die beiden Theile des Apparates erhalten gegen früher die verkehrte Stellung. Durch die gespannte Schnur f wird das federnde Plättchen b_1 von a_1 abgehoben, das Plättchen b_2 gegen a_2 angedrückt. Von der durch das Chronoskop gehenden Leitung ist das eine Ende mit a_1, das andere mit der Batterie, der zweite Pol dieser mit a_2 verbunden. Ausserdem sind die zwei federnden Plättchen b_1 und b_2 unter einander in leitender Verbindung.

Fig. 3.



Bei dieser Anordnung des Ganzen ist der Strom offen. Wird der Faden bei b_1 abgebrannt, so schlägt b_1 gegen a_1 und der Strom ist geschlossen. Hat sich die Aufhebung der Spannung bis an das andere Ende der Schnur fortgepflanzt, so springt b_2 von a_2 ab und der Strom ist wieder unterbrochen.

Wie schon im Eingange erwähnt worden, variirt die Schallgeschwindigkeit im Kautschuk sehr bedeutend mit der indivi

duellen Beschaffenheit der Versuchsstücke, es hat also auch die Ermittlung derselben an und für sich zunächst nur den Werth einer beiläufigen Bestimmung. Ich veröffentliche diesen Aufsatz auch nur, weil einerseits die Zahl der mit den Chronoskopen leicht auch während einer Vorlesung auszuführenden Versuche sehr gering ist und weil andererseits durch diesen Versuch zugleich nachgewiesen werden kann, dass die Geschwindigkeit der Fortpflanzung von Dehnungen oder Spannungen mit der des Schalles einerlei ist.

Über Schichtungen in schwingenden Flüssigkeiten.

Von **J. Stefan.**

Bei den Versuchen über den Einfluss der Wärme auf die Brechung des Lichtes in festen Körpern benützte ich ein Gefäss aus Weissblech zur Erzeugung von Wasserdampf. Nahe am Boden war in dieses Gefäss ein Glasrohr als Manometer eingeführt. Ich bemerkte, dass in dem horizontalen Theil dieses Rohres der Eisenrost, der in dem siedenden Wasser aufgewirbelt auch in dieses Rohr gelangte, immer rippenartig sich vertheilte, wenn die Wassersäule im Manometer in periodische Schwankungen gerieth. Diese mit dem Wasser in dem Rohr sich hin und her bewegenden Schichten waren um so regelmässiger und feiner, je regelmässiger und kleiner die Schwankungen der Wassersäule waren.

Ich habe später eine einfache Vorrichtung zur Erzeugung solcher Schichtungen in einer schwingenden Wassersäule zusammengestellt. Ein Glasrohr von ungefähr 6 Mm. innerem Durchmesser und etwa 500 Mm. Länge wurde zweimal rechtwinklig aufgebogen, so dass es ein Communicationsrohr bildete, dessen horizontaler Theil etwa dreimal so lang war, als jeder der verticalen Schenkel. Ich bemerke, dass diese Dimensionen nur als beispielsweise angegebene zu betrachten sind und der Versuch mit engen wie mit weiten, mit kurzen wie mit langen Röhren gelingt. Über den einen der beiden Schenkel wird ein Stück eines weichen Kautschukschlauches geschoben, dessen freies Ende durch ein Stöpselchen verschlossen werden kann.

Wird in dieses Communicationsrohr Wasser gefüllt, in welchem Eisenrost oder Eisenoxyd suspendirt ist, so klärt sich das Wasser alsbald und der Eisenrost bildet auf der unteren Seite

des horizontalen Röhrenstückes eine gleichmässige dünne Schicht. Statt der Eisenpulver können auch andere schwere Pulver genommen werden, doch erwiesen sich die genannten als diejenigen, welche die Erscheinung am besten zeigen.

Wird der Kautschukschlauch durch das Stöpselchen geschlossen, so kann man durch in schnellem Tacte auf einander folgende, auf den Schlauch ausgeübte Drücke die Flüssigkeitssäule in regelmässige Schwingungen versetzen.

Während die Flüssigkeit schwingt, theilt sich die auf dem Grunde der Röhre liegende Rostschichte in kleine Partien, in Schichten oder Rippen quer zur Röhrenaxe, welche in nahe gleichen Distanzen von einander sich befinden und mit der schwingenden Flüssigkeit sich hin und her bewegen.

Je genauer ein bestimmtes Tempo im Drücken des Schlauches eingehalten wird, desto gleichartiger werden auch die Rippen und ihre Distanzen. Letztere werden um so kleiner und gleichzeitig werden die Rippen um so zarter, je geringer die Excursionen der Flüssigkeitssäule sind.

Was die Ursache dieser Schichtenbildung anbetrifft, so liegt dieselbe darin, dass einige der Pulvertheilchen von dem bewegten Wasser leichter nach der einen Seite mitgerissen werden als nach der anderen und dafür gibt es zwei Gründe, erstens die grössere Geschwindigkeit der Bewegung der Wassertheilchen in der einen als in der umgekehrten Richtung und zweitens die ungleiche Beschaffenheit der Oberfläche der Theilchen auf den zwei entgegengesetzten Seiten.

Es richten sich deshalb auch die Abstände der Schichten von einander nach der Grösse der Excursionen der Wassertheilchen. Sie sind diesen nahezu gleich, wenn die Flüssigkeit durch sehr rasch ausgeführte Stösse in Schwingungen versetzt wird. Ertheilt man aber den Wassertheilchen nur geringe Geschwindigkeiten, wie dies bei regelmässigen Schwingungen von längerer Dauer der Fall ist, so findet das Mitrücken der Staubtheilchen nur auf sehr kleine Distanzen statt.

Bei rasch ausgeführten Stössen sieht man zugleich die feineren Staubtheilchen in Querwänden, welche bis zur Mitte der Röhre hinauf reichen können, sich erheben.

Solche Schichtungen sind eine in der Natur häufig auftretende Erscheinung, es zeigt sie z. B. der Sand an den Ufern, an welche die Wasserwellen schlagen, auch ist die Ursache, aus welcher solche Schichten entstehen, immer die oben hervorgehobene.

Diese Schichten sind das Analogon zu den von Kundt entdeckten Staubschichten in schwingenden Luftsäulen und entstehen nach meiner Ansicht auch die Kundt'schen Schichten dadurch, dass einige Staubtheilchen von der schwingenden Luft leichter nach der einen als nach der anderen Seite mitgerissen werden. Diese Schichten deuten also keineswegs auf hohe Obertöne oder auf der Schallbewegung eigenthümliche Zustände der Luft. Sie bilden das Mass für die Grösse der Excursionen der Lufttheilchen. Diese sind demnach gewöhnlich nicht so unendlich klein als man sonst anzunehmen pflegte, sie haben eine beträchtliche Grösse, sie können mehrere Millimeter betragen, ein Resultat, zu dem auch schon Töpler und Boltzmann[1] durch ihre Messung der Druckvariation in tönenden Pfeifen gelangt sind.

Es hat schon Cl. Neumann[2] in Prag eine Reihe von Versuchen ausgeführt, welche die hier gegebene Erklärung des Ursprunges der Kundt'schen Schichten unterstützen. Nach diesen Versuchen entstehen nämlich solche Schichten nicht nur, wenn die Luft in einer Röhre in stehende Schwingungen versetzt wird, sie können auch durch Anzünden einer Knallgasblase vor dem offenen Ende der einerseits geschlossenen Röhre, oder durch kräftiges Ausstossen der Luft, oder durch rasches Ausziehen eines Korkes, oder durch einen Stoss gegen das mit einer Blase überspannte Ende der Röhre, oder durch einen elektrischen Funken erzeugt werden.

Wichtig für die Analogie der hier beschriebenen Schichtungen mit den akustischen ist auch das von Cl. Neumann mit Hilfe intermittirender Beleuchtung gefundene Resultat, dass die Rippen nicht, wie Kundt annahm, ruhen, sondern in schwingender Bewegung begriffen sind.

---

[1] Pogg. Ann. CXLI. 321.
[2] Anzeiger 1870. Nr. XXVIII.

Nimmt man noch, dass nach Cl. Neumann der Abstand der Rippen bei der Erzeugung derselben durch Töne nicht in der ganzen Röhre gleich ist, sondern mit den Amplituden der aufeinander folgenden Theile einer stehenden Welle das gleiche Gesetz befolgt und dass ferner in geneigten Röhren die Staubrippen wandern und zwar immer bergab, so stimmt alles mit der oben gegebenen Erklärung der Kundt'schen Schichten so gut überein, dass man dieselbe als die richtige annehmen muss.

Es hat schon Kundt auf die Analogie der von ihm entdeckten Staubschichten mit dem Phänomen des geschichteten elektrischen Lichtes hingewiesen. Nach meiner Ansicht ist auch diese Erscheinung auf dieselbe Ursache zurückzuführen. Es erfahren in den Geissler'schen Röhren einige der Gastheilchen, welche hier die Rolle der Staub- oder Pulvertheilchen spielen, durch die abwechselnd entgegengesetzt gerichteten Partialentladungen einen stärkeren Bewegungsantrieb nach der einen als nach der andern Seite. Die Verschiedenartigkeit der Gastheilchen braucht man nicht einmal in einer von der Kugelform abweichenden Gestalt der Molecüle zu suchen, eine solche ist schon in der Mannigfaltigkeit der Bewegungszustände, in welchen sich die Molecüle in Folge ihrer Wärmebewegung befinden, gegeben.

SITZUNGSBERICHTE

DER

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHEN CLASSE

DER KAISERLICHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

LXV. BAND. III. ABTHEILUNG.

JAHRGANG 1872. — HEFT I BIS V.

(Mit 9 Tafeln.)

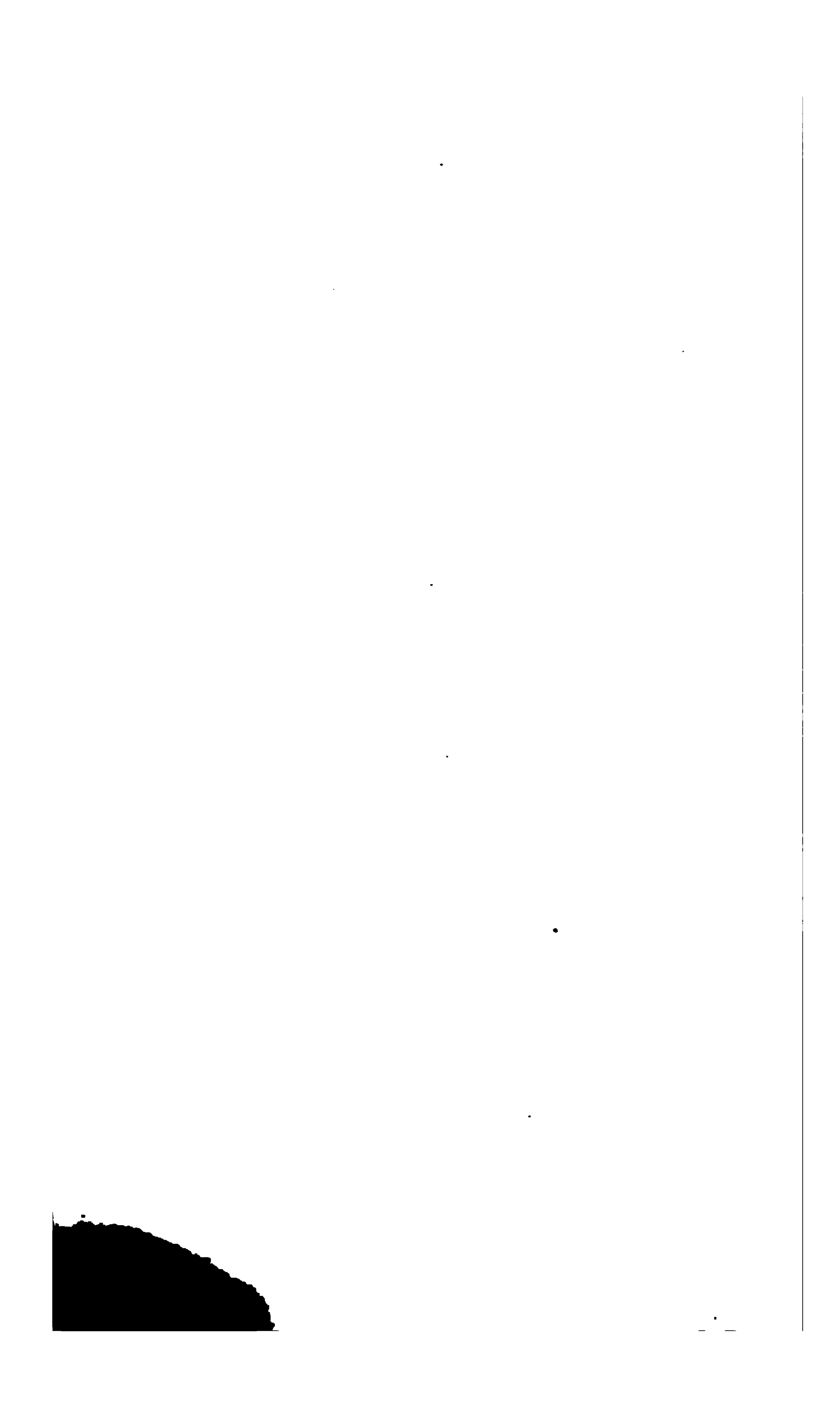
WIEN.

AUS DER K. K. HOF- UND STAATSDRUCKEREI.

IN COMMIS[illegible]SOHN,

BUCHHÄNDLER DER KA[illegible]SCHAFTEN.





SITZUNGSBERICHTE

DER

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHEN CLASSE

DER KAISERLICHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

LXV. BAND. III. ABTHEILUNG.

JAHRGANG 1872. — HEFT I BIS V.

(Mit 9 Tafeln.)

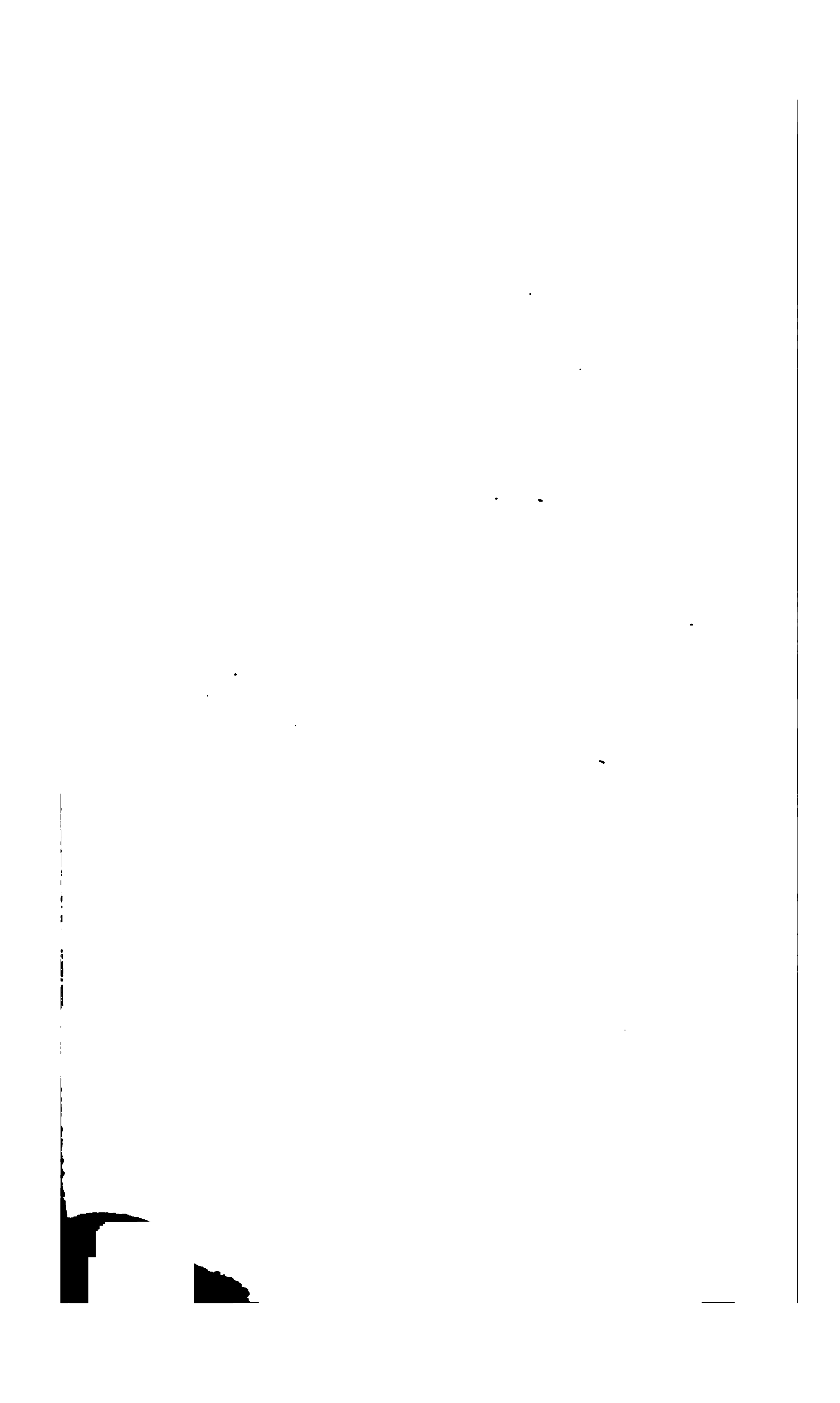
WIEN.

AUS DER K. K. HOF- UND STAATSDRUCKEREI.

IN COMMISSION BEI CARL GEROLD'S SOHN,

BUCHHÄNDLER DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

1872.



SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

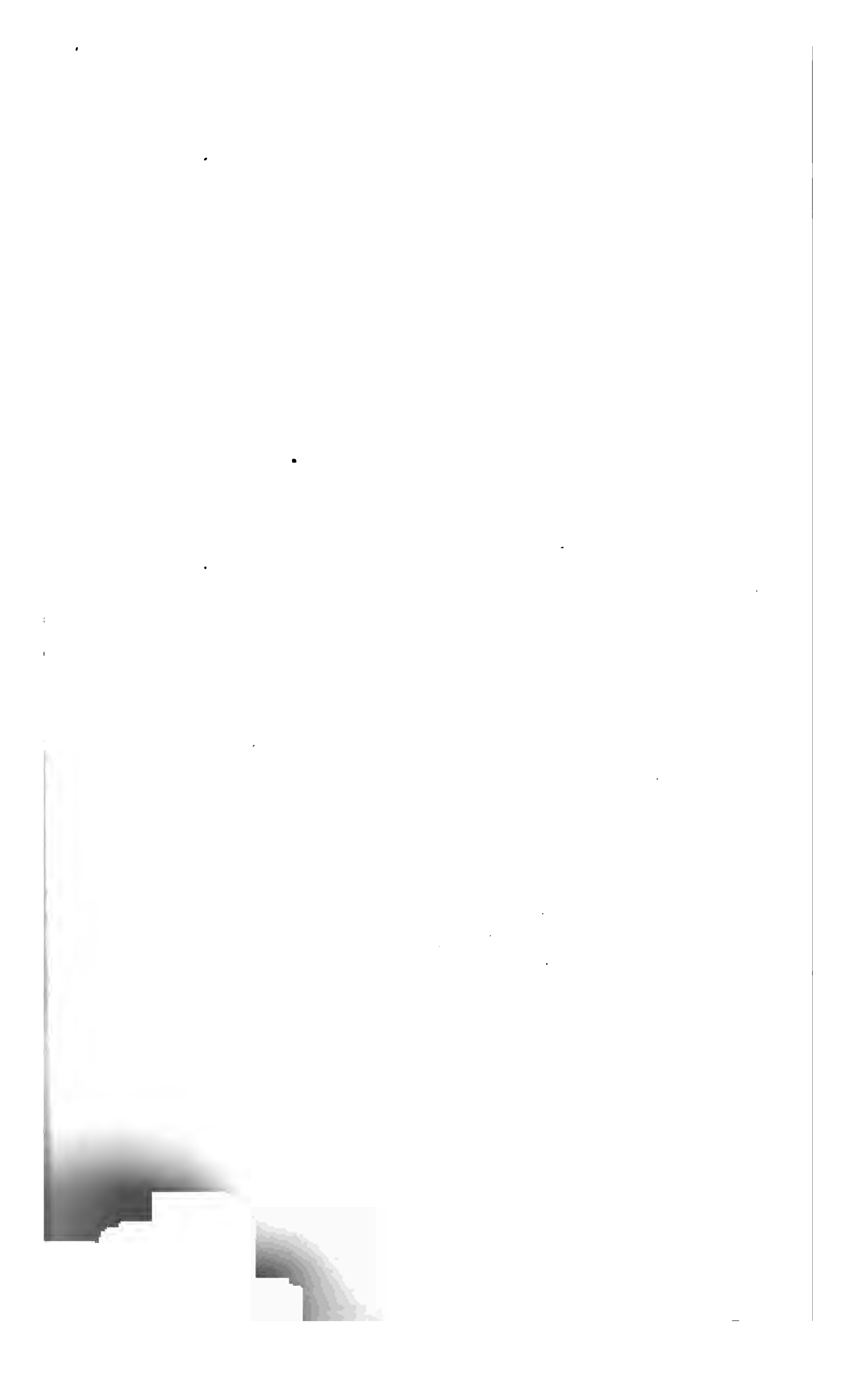
MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

LXV. Band.

DRITTE ABTHEILUNG.

1.

Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Physiologie, Anatomie und theoretischen Medicin.



I. SITZUNG VOM 4. JÄNNER 1872.

In Verhinderung des Präsidenten führt Herr Hofrath Freih. v. Burg den Vorsitz.

Der Secretär legt eine rechtzeitig eingelangte Concurrenzschrift für den Freiherr A. v. Baumgartner'schen Preis vor. Dieselbe führt den Titel: „Über Härtecurven an Krystallflächen“ und trägt das Motto: „... *Thetisque novos detegat orbes*
Nec sit terris ultima Thule.
Seneca, Medea.“

Herr Prof. L. Gegenbauer in Krems übersendet eine zweite Abhandlung über die „Auswerthung bestimmter Integrale“.

Herr Prof. Dr. F. C. Schneider übersendet eine für den „Anzeiger“ bestimmte Mittheilung: „Über die Entstehung einer detonirenden Jodverbindung“.

Herr Schiffslieutenant K. Weyprecht übermittelt mit Schreiben ddto Triest, 28. December 1871, Proben von Treibholz und Grundproben, welche auf seiner letzten, gemeinschaftlich mit Herrn Oberlieutenant Julius Payer unternommenen Nordpolarfahrt im nördlichen Eismeere gesammelt worden sind.

Herr Jos. Schlesinger, Professor an der Forst-Hochschule zu Mariabrunn, hinterlegt ein versiegeltes Schreiben zur Wahrung seiner Priorität. Dasselbe führt die Aufschrift: „Nachweis, dass die bisher von der Wissenschaft für die Ausflussgeschwindigkeit des Wassers aus Röhrenleitungen abgeleitete Grundformel $v = \sqrt{2gh}$ unrichtig ist, und durch die Formel $v = \sqrt{g(h+h')}$ ersetzt werden muss, wobei h die totale Druckhöhe, und h' die Druckhöhe im Reservoir ist“.

Herr Director Dr. K. v. Littrow zeigt die durch Herrn Tempel in Mailand am 29. December 1871 gemachte Entdeckung eines neuen teleskopischen Kometen an.

Herr Prof. Dr. Th. Ritter v. Oppolzer übergibt eine für den „Anzeiger“ bestimmte „Mittheilung über die ihm, am 20. December 1871 gelungene Wiederauffindung des verlorenen Planeten (91) Ägina“.

Herr Dr. Sigm. Exner, Privatdocent und Assistent an der physiologischen Lehrkanzel der Wiener Universität, überreicht eine Abhandlung, betitelt: „Weitere Studien über die Structur der Riechschleimhaut bei Wirbelthieren“.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Alpen-Verein, österr.: Jahrbuch. 7. Band (IX. Jahrgang). Wien, 1871; 8°.

Annalen der Sternwarte in Leiden. II. Band. Haag, 1870; 4°.

Astronomische Nachrichten. Nr. 1871. (Bd. 78. 23.) Altona, 1871; 4°.

Apotheker-Verein, allgem. österr.: Zeitschrift. 9. Jahrgang (1871), Nr. 36; 10. Jahrgang (1872), Nr. 1. Wien; 8°.

Bibliothèque Universelle et Revue Suisse: Archives des Sciences physiques et naturelles. N. P. Tome XLII, Nr. 167. Génève, Lausanne & Paris, 1871; 8°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXIII, Nrs. 22—24. Paris, 1871; 4°.

Gesellschaft, k. physikal.-ökonomische, zu Königsberg: Schriften. XI. Jahrgang, 1870. 1. & 2. Abthlg. Königsberg, 1870 & 1871; 4°.

— Schlesische, für vaterländische Cultur. 48. Jahresbericht. Breslau, 1871; 8°.

— naturforschende, zu Bamberg: 9. Bericht. 1869—1870. Bamberg, 1870; 8°.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXXII. Jahrgang (1871), Nr. 51—53; XXXIII. Jahrgang (1872), Nr. 1. Wien; 4°.

Helsingfors, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften für d. J. 1870—1871. 4° & 8°.

Instituut, K., voor de taal-, land- en volkenkunde van Nederlandsch Indië: Bijdragen. III. Volgreeks. V. Deel, 3. Stuk;

VI. Deel, 1. Stuk. 'S Gravenhage, 1871; 8°. — Bloemlezing uit maleische Geschriften. II. Stuk. Door G. K. Niemann. 'S Gravenhage, 1871; 8°. — Recherches sur les monnaies des indigènes de l'archipel Indien et de la péninsule Malaie. Par H. C. Millies. La Haye, 1871; 4°.

Jahresbericht über die Fortschritte der Chemie etc. Von Adolph Strecker. Für 1869. II. Heft. Giessen, 1871; 8°.

Landbote, Der steirische. 4. Jahrgang, Nr. 26. Graz, 1871; 4°.

Landwirthschafts-Gesellschaft, k. k., in Wien: Verhandlungen und Mittheilungen. Jahrgang 1871, Nr. 24. Wien; 8°.

Lese-Verein, akadem., an der k. k. Universität und st. l. technischen Hochschule in Graz: IV. Jahresbericht (1871). Graz; 8°.

— — der böhmischen Studenten, zu Prag: Jahresbericht 1870—71. Prag, 1871; 8°. (Böhmisch.)

Leyden, Universität: *Annales academici. MDCCCLXV—MDCCCLXVI. Lugduni-Batavorum, 1870; 4°.*

Mittheilungen aus J. Perthes' geographischer Anstalt 17. Band, 1871. Heft XII. Gotha; 4°.

Nature. Nrs. 112—113, Vol. V. London, 1871; 4°.

„Revue politique et littéraire" et „La Revue scientifique de la France et de l'étranger. I[re] Année (2[e] Série), Nrs. 25—27. Paris & Bruxelles, 1871; 4°.

Rostock, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften aus d. J. 1870/71. 4° & 8°.

Schaufuss, L. W., Zoologische Mittheilungen. Dresden, 1870; 8°.

Senarmont, Henri de, Emile Verdet et Léonor Fresnel, Oeuvres complètes d'Augustin Fresnel. Tomes II & III. Paris, 1868 & 1870; 4°.

Société de physique et d'histoire naturelles de Génève: Mémoires. Tome XX, 2[de] Partie (1870); Tome XXI, 1[re] Partie (1871), et tables des Mémoires contenus dans les tomes I à XX. Génève; 4°.

Society, The Royal Geographical, of London: Journal. XL. Volume. 1870. London; 8°. — Proceedings. Vol. XV, Nrs. 1—4. London, 1871; 8°.

Stur, Dionys, Geologie der Steiermark. (Herausgegeben von der Direction des geog.-mont. Vereins für Steiermark.) Graz, 1871; 4°.

Upsala, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften für d. J. 1869/70; 4° & 8°.

Verein, Naturwissenschaftlicher, für Sachsen und Thüringen in Halle: Zeitschrift für die gesammten Naturwissenschaften. N. F. 1870, Band II; 1871, Band III. Berlin; 8°.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXI. Jahrgang, Nr. 51—52. Wien, 1871; 4°.

Zeitschrift des österr. Ingenieur- & Architekten-Vereins. XXIII. Jahrgang, 16. Heft. Wien, 1871; 4°.

Weitere Studien über die Structur der Riechschleimhaut bei Wirbelthieren.

Von Dr. Sigmund Exner,

Privatdocenten und Assistenten an der physiologischen Lehrkanzel zu Wien.

(Mit 3 Tafeln.)

Am 15. December 1870 legte ich der k. Akademie der Wissenschaften „Untersuchungen über die Riechschleimhaut des Frosches" vor [1], die mich insbesondere in Bezug auf die Endigungsweise des *n. olfactorius* zu positiven Resultaten geführt haben. Schon damals hatte ich über die Riechschleimhaut anderer Wirbelthiere Beobachtungen gesammelt, die aber noch zu vereinzelt und unzusammenhängend waren, um zur Veröffentlichung zu taugen. Das ein weiteres Jahr hindurch fortgesetzte Studium desselben Gegenstandes, das darauf gerichtet war, in Vertretern sämmtlicher Wirbelthierklassen den Sachverhalt über die *Olfactorius*-Endigung zu constatiren, war zwar nur theilweise von dem gewünschten Erfolge gekrönt, doch ist es gerade Säugethier und Mensch, bei welchen es mir am vollkommensten gelungen ist, die Endigungsweise des genannten Nerven zu ermitteln, so dass ich mich berechtigt fühlte, nach diesem Resultate die Untersuchungen abzubrechen und die weitere Ausführung, insbesondere was die Fische anbelangt, den vergleichenden Histologen zu überlassen.

Seit Ecker und gleichzeitig unabhängig von ihm Eckhardt im Jahre 1855 die beiden Zellenarten entdeckten, aus welchen das Epithel der *regio olfactoria* besteht, und beobachteten, dass die Zweige des Riechnerven bis dicht unter diese Zellenlage herantreten, sind über den etwaigen Zusammenhang zwischen

[1] Sitzungsberichte der k. Akademie der Wissenschaften zu Wien, Jänner-Heft 1871.

Nerv und diesen Zellen schon fast alle denkbaren Combinationen als mehr oder weniger wahrscheinlich hingestellt worden. Ecker selbst vermuthete, dass die Zellen der einen Art (M. Schultze's Epithelialzellen) durch ihre centralen Fortsätze mit den Endästen des Nerven zusammenhängen, und die der anderen Art (Schultze's Riechzellen) nur als Ersatzzellen zu betrachten sind[1].

Eckhardt[2] stellte die Hypothese auf, dass eine der zwei Zellenarten die wahren Enden des Riechnerven seien, lässt es aber unentschieden, welche von beiden.

Max Schultze[3] der die Dinge am genauesten unter suchte, ist im Gegensatz zu Ecker der Ansicht (der sich später auch dieser Forscher anschloss[4]), dass die langgestreckten Zellen mit den Enden des Geruchsnerven zusammenhängen — er nennt sie deshalb Riechzellen — während die breiteren Zellen als ein besonders geartetes Cylinderepithel aufzufassen sind; er nennt sie zum Unterschied von ersteren Epithelialzellen.

Erichsen[5] (1857) hat die Anschauung, dass die Zweige des *n. olfactorius* Bindegewebe sind, mit welchem dann beide Zellenarten zusammenhängen.

Seeberg, der einer ähnlichen Ansicht in Bezug auf die Natur dieser Faser ist, spricht von schlingenförmiger Endigung.

Nach Gastaldi[6] (1857) sollen die Nervenfasern zusammenhängen mit eigenthümlichen Gebilden die am Fusse der Epithelialzellen liegen.

Ferner sollen nach Kölliker[7] (1857) bei gewissen Knorpelfischen die Olfactorius-Äste unter dem Epithel einen Plexus bilden, der mit den Zellen des Epitheliums in keiner Weise zusammenhängt. Einen solchen Zusammenhang hielt derselbe auch bei den übrigen Wirbelthieren meist aus theoretischen Gründen

---

[1] Zeitschr. f. wissensch. Zoologie Bd. VIII.

[2] Beiträge zur Physiologie und Anat. Heft I.

[3] Berlin. Akad. 1856 und Bau der Nasenschleimhaut. Halle 1862.

[4] In einem Briefe an Henle (Henle und Meissner's Jahresberichte 1856).

[5] De textura *n. olfact.* etc. Inaug. Diss. Dorpat. 1857.

[6] Henle und Meissner's Jahresbericht 1857.

[7] Würzburger Verhandlungen, Bd. VIII.

für höchst unwahrscheinlich. Auch dieser Forscher befreundete sich später mit der Ansicht Max Schultze's[1].

Lockhart Clarke[2] findet die „Riechzellen" nur bei niederen Wirbelthieren, und hält für wahrscheinlich, dass die „Epithelialzellen" und, wo sie vorkommen, auch die „Riechzellen" in ein Netzwerk übergehen, in welchem sich auch die Nerven verlieren.

Owsjanikow lässt die Nerven in Epithelialzellen eigener Art übergehen (1859).

Auch Babuchin hat sich in seiner jüngst erschienenen Arbeit[3] im wesentlichen an die Auffassung Schultze's gehalten, obwohl er eine andere Art der Olfactorius-Endigung nicht für unmöglich hält.

Überhaupt erreichte diese Ansicht die grösste Verbreitung, indem die Forscher, die sich über Riechnervenendigungen auszusprechen hatten, die von Max Schultze aufgestellte Vermuthung, die von ihm auch nur als solche bezeichnet wurde, entweder als feststehende Thatsache anerkannten (Hyrtl[4], Funke[5]), oder unter gewissen Reserven annahmen (Babuchin[6], Langer[7]), oder sie nur in der Form Max Schultze's reproducirten (Hermann[8], Ludwig[9] Henle[10], Aeby[11], Zernoff[12], Frey[13]).

In Folge meiner am Frosch angestellten Untersuchungen fühlte ich mich berechtigt zu sagen: erstens dass der Unterschied zwischen den sogenannten Epithelialzellen und Riehzellen kein so eingreifender ist, dass man berechtigt wäre, ihnen „entsprechend ihrer verschiedenen Gestalt, ganz wesentlich verschiedene Functionen zuzuschreiben".

---

1 Kölliker's Gewebelehre 1867. S. 744.
2 Zeitschrift f. wissensch. Zoologie, Bd. XI.
3 Stricker's Handbuch der Lehre von den Geweben. 1872.
4 Anatomie des Menschen. 1862.
5 Lehrbuch der Physiologie. 1866.
6 L. c.
7 Anatomie d. Menschen 1865.
8 Physiologie. 1870.
9 Physiologie. 1858.
10 Anatomie. 1866.
11 Anatomie d. Menschen. 1871.
12 Bulletin d. l. société impériale. Moscou 1869.
13 Histologie. 1867.

Ich kann mich hier, um mich nicht zu wiederholen, darauf beschränken, zu erinnern, dass diese Behauptung auf Grund von Beobachtungen vielfacher Übergänge der einen Zellenart in die andere aufgestellt wurde, von Übergängen, die alle mir bekannten Eigenschaften dieser Zellen betreffen.

Zweitens war es mir vielfach gelungen, die Olfactorius-Endigung am Frosche direct zu sehen: die Zweige des Geruchsnerven lösen sich, an der oberen Grenze des Bindegewebslagers angelangt, in ein breitbalkiges Maschenwerk auf, in dessen Lücken Kerne liegen. Aus diesem Maschenwerk, welches für sich allein eine subepitheliale Schicht bildet, gehen, auf keine Weise von demselben abgegrenzt, als Ausläufer desselben die centralen Fortsätze der „Epithelialzellen" hervor, und ebenso sieht man die centralen Fortsätze der „Riechzellen", als feine Fäserchen in dieses Balkenwerk eingepflanzt, enden.

Was den ersten Punkt, vom wesentlichen Unterschied der beiden Zellenarten anbelangt, so habe ich denselben für den Frosch mit einer Ausführlichkeit durchgearbeitet, mit welcher bei jeder Thierklasse besonders den Leser zu belästigen mir überflüssig erscheint. Doch habe ich es nicht unterlassen auch jetzt auf diesen Punkt meine Aufmerksamkeit zu wenden, um wenigstens zu zeigen, dass gewisse, als cardinal hingestellte Unterscheidungspunkte sich als solche auch beim Fisch, Vogel und Säuger nicht aufrecht erhalten lassen, und dass in der That auch bei diesen Wirbelthierklassen Übergangsformen zwischen den beiden Zellenarten häufig genug vorkommen.

Den directen Übergang der Nerven in „Epithelial-", bezüglich in „Riechzellen" habe ich nun ausser am Frosch noch beim Vogel, Säugethiere und Menschen beobachtet.

Was meine Präparationsmethode anbelangt, so verblieb ich, wie bei meinen früheren Untersuchungen, überall da, wo es sich um Nervenendigung handelte bei der Überosmiumsäure, ohne es jedoch zu unterlassen, die zu diesem Studium anderweitig empfohlenen Präparations- und Macerationsmittel vergleichungsweise anzuwenden.

Kleine Stückchen Nasenschleimhaut wurden für 15—30 Minuten in $^1/_2$—2procentige Überosmiumsäure gelegt, darauf mit Wasser abgespült, so dass keine Säure mehr zurückblieb und dann in

demselben macerirt. Nach circa 3 Tagen waren sie brauchbar und blieben es etwa 14 Tage.

Stecknadelkopf grosse Theilchen dieser Präparate wurden auf dem Objectträger in einen Tropfen Wassers oder einer Lösung von essigsaurem Kali[1] gebracht, und in demselben mit Hülfe von Prof. Brücke's Dissectionsbrille[2] möglichst fein zerzupft. Es gelingt dabei häufig, kleine Nervenstämmchen mit der Nadel so zu fassen, dass man sie mit der daran haftenden Epithelialschicht lostrennt, in welchem Falle man nicht nur den Vortheil hat, eine dünne Schichte Epitheliallage unter das Mikroskop zu bringen, sondern auch eine grössere Wahrscheinlichkeit, den Zusammenhang derselben mit dem Nerven zu sehen.

Ich kann nicht umhin, zu bemerken, dass das Object, das uns beschäftigt, wohl zu den schwersten der Geduldproben gehört, an welchen die mikroskopische Anatomie so reich ist. Nach mehrjähriger Arbeit über denselben Gegenstand musste ich es mir gefallen lassen, dass bisweilen Monate mühsamen Zupfens vergingen ohne dass ich eine unzweifelhafte Nervenendigung zu Gesicht bekam. Nachuntersucher mögen also nicht zu bald den Muth verlieren, oder ein absprechendes Urtheil fällen.

Ich gehe nun zur Beschreibung der Riechhaut der einzelnen Wirbelthierklassen über.

Fische.

Knochenfische. Ich war, wie gesagt, in meinen Bestrebungen, die Olfactorius-Endigungen bei Fischen aufzufinden, nicht glücklich. Von Süsswasserfischen untersuchte ich Karpfen, Hecht und Schleie ohne über das hinauszukommen, was Max Schultze in seiner grossen Arbeit über Riechschleimhaut[3] schon vor zehn Jahren beschrieben hat.

Man sieht beim Hecht leicht die Nerven gegen den Grund der secundären Geruchsgruben, in welchen sich das charakteristische Riechepithel findet, aufsteigen, doch verliert man hier ihre Spur.

[1] Max Schultze, Arch. f. mikroscop. Anat. Bd. VII.
[2] Archiv f. Ophthalmologie 1859.
[3] Untersuchungen über den Bau der Nasenschleimhaut. Halle 1862.

Auch was das Riechepithel selbst anbelangt, habe ich der Beschreibung des genannten Forschers nichts wesentliches beizufügen, mit Ausnahme davon, dass auch hier die meines Erachtens von ihm zu scharf gezogenen Grenzen zwischen den beiden Zellenarten gelegentlich nicht mehr Stich halten. Es kommen, und durchaus nicht selten, Zellen vor, die sich auf keine Weise in den von Max Schultze gezogenen Rahmen einpassen lassen. So habe ich auf Taf. I, Fig. 3 zwei aneinander haftende Zellen abgebildet, deren periphere Fortsätze, wie mein Protokoll sagt, nicht schmäler als die breiteren Fortsätze der unzweifelhaften „Epithelialzellen" waren, die neben ihnen lagen. (Die „Epithelialzellen" sind beim Hecht ungemein langestreckt und schmal.)

Nach M. Schultze's Schilderung der „Riechzellen", nach welcher „der periphere Fortsatz mindestens um die Hälfte dünner ist als die neben ihm liegenden anderen Zellen", sollte man diese Zellen also zu den „Epithelialzellen" rechnen; der centrale Fortsatz beider Zellen verhält sich aber insofern vollkommen wie der einer „Riechzelle", als er in ein überaus feines Fäserchen ausgeht. Solche feine Fäserchen kommen als centrale Fortsätze nur bei den „Riechzellen" Schultze's vor. Dies spräche also entschieden für „Riechzellen". Nun theilt sich aber der eine dieser centralen Fortsätze, nachdem er in eine dreieckige Anschwellung übergegangen ist (und dadurch im kleinen das nachahmt, was die „Epithelialzellen" in ihren derberen Fortsätzen fast immer zeigen), wie es scheint in drei Fäserchen. Max Schultze sagt von dem centralen Fortsatz dieser „Riechzellen" des Hechtes: „Theilungen finden sich an demselben nie. Auch er behält seinen Durchmesser in ganzer Länge ziemlich gleichmässig bei, nur am Ursprung aus dem Zellenkörper ist er deutlich breiter". Dieser Anforderung an einen Riechzellenfortsatz genügt unser Fortsatz wieder durchaus nicht. Man sieht, dass es also zweifelhaft bleiben muss, welcher der beiden Zellenarten Schultze's diese Zellen beizuzählen sind.

Knorpelfische. Nachdem meine Hoffnungen, bei unseren Knochenfischen zu einem Resultat zu gelangen, gescheitert waren, wendete ich mich an die Knorpelfische der See, die schon zu wiederholten Malen zur Bearbeitung unserer Frage verwendet und empfohlen worden waren. Ich begab mich an die adriatische Küste, präparirte dort Geruchsgruben von Rochen und Haien.

(Raja clavata, Raja miraletus (Bp.), Scyllium canicula), behandelte sie mit Überosmiumsäure, und brachte sie in Wasser nach Wien, um sie hier mit Musse zu untersuchen. Eine weitere in derselben Weise behandelte Sendung verdanke ich der Güte Herrn Dr. Syrski's, Directors des naturhistorischen Museums in Triest.

Ich bin zwar in Bezug auf meinen eigentlichen Zweck bei den Knorpelfischen nicht glücklicher gewesen als bei den Knochenfischen des Süsswassers, doch glaube ich das, was ich über die Ausbreitung des Geruchsnerven in der Riechschleimhaut dieser Thiere ermitteln konnte, mit Hinblick auf die über diesen Punkt schwebende Controverse zwischen Max Schultze und Kölliker mittheilen zu sollen.

Was ich fand, ist folgendes: in den secundären Falten der Geruchsgruben steigen die Olfactorius-Zweige (Taf. I, Fig. 5) eingebettet in ein weitmaschiges Bindegewebsgerüste, mit eingestreuten runden und ovalen Kernen zwischen Gefässen Pigmentzellen und markhaltigen (wohl vom Trigeminus stammenden) Nervenfasern gegen die Oberfläche empor, bis sie eine Schichte erreichen, wo parallel der Oberfläche verlaufende, mit vielen längsgestellten Kernen versehene Fasern sie verdecken, so dass ihre weitere Verfolgung nicht mehr möglich ist. Auf diese Schicht folgt das Epitheliallager, bestehend aus einer Lage von mehr oder weniger runden Kernen, die in eine fein granulirte, etwas fasrige Zwischensubstanz eingebettet sind — ich will dieselbe die subepitheliale Schichte nennen — und aus dem eigentlichen Epithel, dessen Zellen mit jener Zwischensubstanz in directem Zusammenhange stehen.

An den Nervenfasern sind, bevor sie die genannte parallel gefaserte Schichte erreichen, abgehende Zweige und einzelne Anastomosen zu beobachten; an dieser Schichte angelangt, zerfallen sie zu feineren Zweigen in einer Weise, die sich am besten mit dem Zerfallen des Blattstieles eines handnervigen Blattes in die Hauptadern desselben vergleichen lässt. Taf. I, Fig. 5 gibt ein Beispiel dieser Art von Verzweigung. Hier treten in der Regel Anastomosen zwischen den so entstandenen Zweigchen auf. Die Theilungen können sich auf kurzer Strecke in ihrer eigenthümlichen Art wiederholen, und so entstehen Nervenfasern, von

denen die dünneren sich der Beobachtung entziehen; von den dickeren gelingt es häufig, sie direct übergehen zu sehen in Fasern, welche parallel der Oberfläche in jener längsgefaserten Schicht verlaufen, die zwischen dem eigentlichen Bindegewebslager und dem Epithel eingeschaltet ist.

Diese Faserschicht lässt keine anderen Elemente erkennen als kernhaltige Fasern, die sich nicht unterscheiden lassen von den Fasern die man als directe Theilungsproducte aus grösseren Nervenstämmchen hervorgehen sieht.

Durch Zerzupfen gelingt es, einzelne Fasern dieser Schichte zu isoliren. Sie zeigen dann das Bild kernhaltiger markloser Nervenfasern, wie solche die dickeren Olfactorius-Äste zusammensetzen. Da man, wie gesagt, einzelne dieser Fasern mit Nerven in Zusammenhang sieht, könnte man der Meinung sein, dass alle Fasern dieser Schicht als Nervenfasern zu betrachten sind.

Bei der überaus grossen Zartheit und Blässe der Gebilde, mit welchen man es hier zu thun hat, würde ich eine solche Verallgemeinerung für ungerechtfertigt halten, doch könnte ich diese Meinung nicht widerlegen. Diese Schichte ist im Vergleich zu den übrigen Schichten von verschiedener Dicke: selten ist sie so dick, wie sie an dem Präparate war, nach welchem die genannte Zeichnung gemacht wurde. Gewöhnlich hat sie die Mächtigkeit, die diese Abbildung an ihrer rechten Seite zeigt. Die in den Fasern liegenden Kerne nehmen von unten nach oben an Dicke ab.

Da das Epithel ungemein leicht abfällt, so ist es gewöhnlich diese Schichte, welche die Oberfläche darstellt, wie dies auch die Figur zeigt. Es war schon Kölliker bekannt, wie rein sich in diesem Falle die beiden Schichten von einander trennen.

An Präparaten, an welchen sich das Epitheliallager nicht abgelöst hat, sieht man nun nach oben eine oder zwei Lagen rundlicher Kerne folgen, welche eingebettet sind in einer fein granulirten schleimigen Masse, die von compacteren, mehr oder weniger senkrecht verlaufenden Fäserchen durchzogen ist. Es ist diese Schichte das Analogon zum subepithelialen Netzwerke der Froschriechhaut.

Aus diesen, den Zwischenraum zwischen den Kernen ausfüllenden Balken, und unmittelbar aus den compacteren Fäserchen derselben wachsen die „Epithelial"- und „Riechzellen" her-

vor, wie Fig. 4, Taf. I (es waren an diesem Präparate von den „Epithelialzellen" nur die centralen Fortsätze erhalten) zeigt.

Beide Zellenarten sind kürzer als beim Frosch. Die Riechzellen haben die bekannte Gestalt. Ich sah sie wiederholt mit ihren centralen Fortsätzen am subepithelialen Netzwerk hängen, während ihr übriger Körper frei in der Flüssigkeit flottirte. Man sieht hier besonders deutlich, dass der centrale „Riechzellenfortsatz" die unteren Schichten nicht einfach durchbohrt, um jenseits derselben mit einer Nervenfaser in Verbindung zu treten, man sieht vielmehr, dass er zu der subepithelialen Schicht in inniger Beziehung stehen muss, denn er theilt sich, in derselben angelangt, in überaus zarte Fäserchen, die sich bisweilen unter Bildung von polygonalen Anschwellungen wieder theilen, bis sie in dem faserig schleimigen [1] Gewebe dieser Lage vollkommen aufgegangen sind.

Es hat durchaus nicht den Anschein, als hätten wir es da mit zwei Gewebsarten zu thun, einer granulirten Grundsubstanz und mit Fasern, welche dieselbe durchsetzen. Es scheint vielmehr, als hätten wir es mit einer Substanz zu thun, die durch ihre derberen Stellen Fäserchen bildet, ähnlich wie wir dies an den centralen Fortsätzen der Epithelialzellen der übrigen Wirbelthiere sehen können, wo der compacte Fortsatz seitlich oder unten in eine körnige schleimige Masse direct übergeht. Man könnte in keinem Falle sagen wo die Faser aufhört und die schleimige protoplasmaähnliche Substanz anfängt.

Leider konnte ich, um die Anzahl der Abbildungen nicht zu sehr zu vermehren, diese Verhältnisse nicht so, wie es wohl wünschenswerth gewesen wäre, illustriren. Die in Taf. I, Fig. 4 gegebene Abbildung zeigt nur die centralen Fortsätze der „Epithelial- und Riechzellen"; nur ein Riechzellenkörper war erhalten.

Auch haben die Wurzeln der „Riechzellenfortsätze" nur Verzweigungen erster Ordnung. Doch wählte ich dieses Präparat, weil man an demselben den allmäligen Uebergang der Längsfaserschicht in die „Epithelialschicht", und in kleinem Raum die centrale

[1] Von der überaus schleimigen Consistenz der Epithelialschicht (zu welcher auch diese subepitheliale Lage zu rechnen ist) hat Max Schultze im „Bau der Nasenschleimhaut" S. 25 eine treffliche Schilderung gegeben.

Auflösung dreier „Riechzellenfortsätze“ sieht, so dass dieses Vorkommen nicht als Ausnahmsfall erscheinen kann.

An den „Epithelialzellen“ fallen zunächst die tiefeingesetzten Wimperhaare auf, von welchen an den „Riechzellen“ gewöhnlich nichts zu sehen ist, woraus freilich nicht zu folgern ist, dass sie denselben wirklich fehlen. Einmal sah ich sogar zwei „Riechzellen“, die mit ihren feinen centralen Fortsätzen an der subepithelialen Schichte hingen, und die feine Härchen ähnlich denen des Frosches trugen.

Max Schultze hatte noch Schwierigkeiten, sich zu überzeugen, dass wirklich an den Stellen der secundären Falten, an welchen allein die Riechnervenäste endigen, die Cylinderzellen flimmern. Er erklärte es für wahrscheinlich, dass dieselben kurze Flimmerhärchen tragen. Taf. I, Fig. 1 zeigt eine solche Zelle, die aus einer Gruppe, die deutliche „Riechzellen“ enthielt, entnommen ist. Mit Überosmiumsäure erhalten sich die Flimmern gut, und zeigen sich als ziemlich lange, mit ihren Wurzeln (wenn ich mich so ausdrücken darf) tief in die Zelle hineinragende, sämmtlich nach einer Richtung gebogene Härchen. Sie bilden eine Mittelstufe zwischen den gewöhnlichen Flimmerhärchen, denen sie sich durch ihre Biegung anreihen, und jenen des Riechepithels des Frosches und der übrigen Amphibien, die sie an Länge fast erreichen.

Nicht beistimmen kann ich, wenn Max Schultze l. c. S. 27, nachdem er sich über die Anwesenheit der Wimperhärchen ausgesprochen hat, sagt: „Die Cylinder- oder Wimperzellen haben einen . . . Körper, welcher vorne durch einen sogenannten Saum mit Porencanälchen geschlossen wird“. Ich kann nichts sehen als die an jeder Flimmerzelle zu beobachtenden Einsätze der Härchen, die hier tiefer und deutlicher als an allen mir bekannten Orten sind, so dass man diese Zellen als Paradigma für den Einsatz der Flimmerhaare in das Protoplasma der Zellen benützen könnte.

Es wäre nun die Frage: steht überhaupt, und wie steht diese Epithelialschicht in Zusammenhang mit den unter denselben verlaufenden Nerven? Wie gesagt, bin ich nicht in der Lage, diese Frage zu beantworten.

Unzweifelhaft ist, dass die Oberfläche jener Längsfaserschicht, die zum Theil gewiss aus Nerven besteht, wenn sich das Epitheliallager abgelöst hat, bisweilen Fäserchen und Schollen trägt, die sich offenbar als der subepithelialen Schichte angehörend manifestiren. Kölliker und Max Schultze haben dieselben schon beobachtet.

Unzweifelhaft ist ferner, dass die kernhaltigen Fasern, da wo sie an das subepitheliale Lager grenzen, an Schärfe der Zeichnung verlieren, und dass gegen die Oberfläche zu ganz allmälig die parallele Streifung dem granulirten, schwach gezeichneten subepithelialen Gewebe Platz macht, ja dass jene der Oberfläche parallelen Kerne bisweilen noch da vorkommen, wo von paralleler Streifung gar nichts mehr zu sehen ist. Ich kann nicht unerwährt lassen, dass ich einmal, aber auch nur dieses einzige Mal, eine mit dem Nervenstamm zusammenhängende Faser der parallel gestreiften Schichte übergehen sah in die subepitheliale Schichte, in ganz ähnlicher Art, wie ich dies beim Frosch gesehen habe.

Wenn ich die Resultate meiner Beobachtungen mit denen meiner Vorgänger vergleiche, so kann ich sie zunächst mit Kölliker's Angaben nicht vereinbaren. Dieser Forscher beschrieb[1] bekanntlich einen reichen Plexus, in dem die Aeste des *n. olfactorius* sich auflösen, und der, gegen die Oberfläche der Schleimhaut zu immer feiner werdend, einen Endplexus darstellen soll. Diese Nervenfasern enthielten viele längsgestellte Kerne. Max Schultze hat diesen Plexus später für Bindegewebe erklärt[2], und Kölliker, der im Übrigen die Ansichten Max Schultze's acceptirte, hat sich über diesen Punkt speciell nicht ausgesprochen.

Eine plexusähnliche Bildung habe ich, wie erwähnt, auch beobachtet, bestehend aus Nerven, welche die Zweige eines Stämmchens mit jenen eines anderen verbinden. Solche Anastomosen sind zwar durchaus nicht selten, doch dass sie einen derartigen reichen Plexus bildeten, wie ihn Kölliker beschreibt und zeichnet, habe ich nie gesehen, und muss nun wohl auch glauben dass es nicht Nervengewebe war, was er vor sich hatte.

---

[1] Verhandl. d. physikalisch-medicinischen Gesellschaft in Würzburg, Bd. VIII, 1858.

[2] L. c. S. 31.

Dass aber das, was ich als Anastomosen beschreibe und abbilde, wirklich Nerven waren, kann ich deshalb mit Bestimmtheit sagen, weil ich nie eine Faser als Nervenfaser anerkannte, ich müsste sie denn in directem Zusammenhang mit dicken, durch ihre Osmiumfärbung kenntlichen Nervenstämmchen gesehen haben.

Es ist dies eine unumgänglich nöthige Vorsichtsmassregel, da man sich bei der zarten Zeichnung dieser Gebilde vor Täuschungen nie sicher fühlen kann.

Weit besser lassen sich meine Beobachtungen mit jenen Max Schultze's vereinbaren; dieser beschreibt dichotomische Theilungen der Nerven, welche sich unter spitzen und selbst rechten Winkeln an die obere Grenze des Bindegewebes begeben, da als „sozusagen unmessbar" feine Fäserchen ankommen und diese Grenzen überschreiten.

Diese dichotomischen Theilungen, wie sie Max Schultze abbildet, habe ich, wenn auch nicht in so reichem Masse, häufig gesehen. Jene Theilungen aber, die ich abbildete, kommen auch vor, und zwar, wie ich vermuthe, in der Nähe des freien Randes der secundären Falten.

Da ich, wie dies bei der Überosmiumsäure-Methode nicht leicht anders möglich ist, an Zupfpräparaten arbeitete, konnte ich mir über die Localität nicht immer vollkommen Rechenschaft geben, und so halte ich es für wahrscheinlich, dass es die dicksten, bis an den freien Rand vordringenden Nervenstämmchen waren, an welchen ich jene eigenthümliche Theilung wahrnahm und deren Theilungsproducte in der längsgestreiften Schichte als Fasern von noch deutlich messbarer Dicke verschwanden.

An den unteren Theilen der dickeren Nervenstämme sieht man häufig (an meiner Abbildung Fig. 5 am Nervenstämmchen rechts) Fasern abgehen, die sich allerdings unter spitzen Winkeln dichotomisch theilen und in undeutlich gezeichnete dünne Fäserchen zerfallen. Diese sind es vielleicht, welche Max Schultzen vorlagen und die nun den Seitenflächen des secundären Fältchens angehören würden.

Demgemäss gelang es mir auch nicht, bei *Raja clavata* jene handnervige Theilung der Olfactorius-Äste vorzufinden, da ja bei diesem Fische blos die Seitentheile der Falten, wie Max Schultze nachwies, Geruchsorgan sind.

Die von mir als längsgefasert beschriebene Schichte, auf welche ich deshalb, weil ich einen Theil ihrer Fasern mit Nerven zusammenhängend sah, ein gewisses Gewicht legte, gehört zu Max Schultze's fibrillärem, ein Netzwerk bildenden Bindegewebe.

Ueber das nach aussen von dieser Schichte liegende subepitheliale Lager spricht sich Max Schultze folgendermassen aus[1]: „Ganz homogen ist seine Substanz nicht, sie zeigt sich vielmehr entweder feinkörnig oder, wie genauere Betrachtung lehrt, fein netzförmig gestrickt..... Die Kerne, welche in diese zarte Bindegewebshaut der Oberfläche der secundären Falten eingebettet sind, liegen in ziemlich regelmässiger Entfernung von einander und sind mehr oval als kugelrund. In das sie umschliessende Netzwerk, welches bis an die Kerne heranreicht und somit keinerlei Protoplasmaresten Platz zu gewähren scheint, geht das aus den konisch aufsitzenden Epithelzellen hervorgehende Netzwerk unmittelbar über, so dass an solchen Stellen jede scharfe Grenze zwischen Bindesubstanz und Epithelzellen aufhört."

Wie zu ersehen, stimmt diese Schilderung mit der von mir gegebenen in allen wesentlichen Punkten überein, nur möchte ich noch hervorheben, dass diese Substanz mit der Substanz der „Epithelialzellen" in einem so hohen Grade übereinstimmt, dass nur theoretische Bedenken bewegen könnten, sie nicht für identisch zu erklären. Da sie mindestens der Substanz des Epithels viel näher steht als dem darunter liegenden Bindegewebe, so habe ich sie hier dem ersteren beigezählt, und sie mit demselben Namen belegt, den ich der entsprechenden Schichte beim Frosch gegeben habe, wenn es mir auch nicht gelungen war, nachzuweisen, dass sie, wie diese, in so enger Beziehung zu den Nerven stehe.

In der Meinung über das Verhalten der Riechzellenfortsätze innerhalb dieser Schichte weiche ich allerdings, wie oben auseinandergesetzt wurde, von Max Schultze wesentlich ab.

Schliesslich kann ich mich der Bemerkung nicht enthalten, dass man daraus, dass Leydig[2], Kölliker, Max Schultze und nun auch ich an Plagiostomen gearbeitet haben, nicht schliessen

[1] L. c. S. 28.

[2] Beiträge z. mikrosk. Anat. u. Entwickelungsgesch. der Rochen und Haie.

solle, dass diese Thiere zur Entscheidung unserer Frage ein günstiges Object sind; ich halte es für das ungünstigste von allen die ich untersuchte, und auch Max Schultze hat sich in ähnlicher Weise ausgesprochen[1].

Nackte und beschuppte Amphibien.

Nach den ausführlichen Untersuchungen, die ich am Frosche angestellt hatte, schien es mir nicht mehr nöthig, mit ähnlicher Genauigkeit andere Repräsentanten der Classe der nackten Amphibien zu untersuchen. Was die beschuppten betrifft, so kann ich nur bemerken dass es bei der Schildkröte *(Emys europaea)* leicht war, nachzuweisen, dass auch hier, wie beim Frosch, nicht nur die „Riechzellen" sondern auch die „Epithelialzellen" jene eigenthümlichen Flimmern tragen, die frisch untersucht eine wogende Bewegung zeigen[2]. Man kann sich mit Überosmiumsäure auf das bestimmteste hievon überzeugen.

Ich glaubte dies erwähnen zu müssen, weil diese Cilien von Max Schultze als „Riechhärchen" speciell den „Riechzellen" zugeschrieben wurden[3].

Ferner zeigten mir die centralen Fortsätze der „Epithelialzellen" dieses Thieres, an ihrem unteren getheilten Ende eine eigenthümliche feine Faserung, die sich am besten vergleichen lässt mit der Faserung, die man an (nach meiner Deutung) abgegerissenen dünnen Olfactorius-Ästchen beim Frosch sieht. Auf Taf. II, Fig. 18 meiner diesbezüglichen Arbeit sind solche Zerfaserungen der Nerven abgebildet. Auch hier finden sich wie beim Frosch zwischen den langgestreckten Zellen des Epithels die schmalen Ausführungsgänge flaschenförmiger Drüsen.

Vögel.

Aus dieser Klasse untersuchte ich Huhn, Ente, Taube und mehrere Finkenarten *(Fringilla coelebs, Fringilla chloris)*.

---

[1] L. c. S. 31.

[2] In meine genannnte Abhandlung hat sich an der Stelle, wo ich von der Bewegung der Cilien sprach, ein Fehler eingeschlichen. Es steht nämlich, dieselben machen 49—60 Schläge in der Secunde statt in der Minute.

[3] Andeutungen, „aber nie sichere Spuren" solcher Härchen sah Max Schultze auch schon bei *Coluber Natrix* und *Rufo*.

Es ist mir bei den Vögeln schwerer gefallen als bei den Säugern die Endigung des *n. olfactorius* zu finden: Die kleine Region der Nasenhöhle, auf welche das Riechepithel insbesondere bei den Finkenarten beschränkt ist, die Schwierigkeit, die Schleimhaut unversehrt von der Muschel abzulösen, und die Festigkeit des Bindegewebes derselben, mag wohl Schuld daran sein. Im ganzen scheinen mir die kleinen Vögel wegen ihres zarteren Bindegewebes, trotz der Schwierigkeiten, mit welcher man oft bei Aufsuchung der unbedeutenden *regio olfactoria* zu kämpfen hat, ein besseres Object zu sein als die grösseren. Das schlechteste der von mir untersuchten ist das Huhn.

Es tritt uns hier im wesentlichen der Typus von Nervenendigung entgegen, den wir vom Frosch her bereits kennen und den wir beim Säugethier wieder finden werden. Die Nervenbündel begeben sich unter Theilungen an die Oberfläche der Bindegewebsschichte der Schleimhaut und kommen daselbst ungefähr in der Dicke von 1—3 Längsdurchmessern der Vogelblutkörperchen an. Dabei verlaufen sie nicht senkrecht gegen die Oberfläche hinan, sondern steigen ganz allmälig schief nach oben, und daselbst angelangt oft weite Strecken der Oberfläche parallel. Sie sind hier vom Bindegewebe oft gar nicht zu unterscheiden, indem sie trotz Osmiumsäurebehandlung[1] die Farbe und die Streifung mit demselben theilen. Nur manchmal sieht man die Osmiumfärbung bis in die feineren Stämmchen reichen. Man ist dadurch genöthigt von allen Fasern, die am Grunde der Epithelialschichte verlaufen, blos die als Nerven anzuerkennen, die man in Zusammenhang mit grösseren Nervenstämmchen sieht, während man gar nie in der Lage ist, von irgend einem Faserzug zu behaupten, dass er aus Bindegewebe bestehe. Ich bin auch in der That durch-

---

[1] Man darf sich überhaupt nicht vorstellen, dass bei der von mir benützten Behandlungsweise die Osmiumsäure als Reagens auf Nerven wirkt; blos die dickeren Stämmchen werden charakteristisch braun oder schwarzblau, die dünneren Fasern werden nicht mehr als die übrigen Gewebstheile gefärbt. Der Vortheil dieser Säure beruht für meine Zwecke vielmehr darin, dass dieselbe auch an den macerirten Präparaten eine Schärfe der Zeichnung bewahrt, die man sonst nur an Schnitten erhärteter Präparate zu sehen gewohnt ist, und wie sie keines der anderen Macerationsmittel liefert. Dabei wirkt sie weniger deletär als diese.

aus nicht überzeugt, ob bis hart unter das Epithel irgend beträchtliche Bindegewebsbündel reichen; es scheint mir vielmehr wahrscheinlicher, dass sämmtliche hier der Oberfläche parallel laufenden stärkeren Faserzüge Nerven sind.

Wie dem auch sei: diese Nervenfasern geben Äste ab, oder theilen sich in Äste, die nach oben gewendet sich alsbald wieder theilen und dabei rundlich begrenzte Lücken zwischen sich lassen, Lücken, die bisweilen zu einem vollkommenen Oval geschlossen werden, indem sich die beiden Stämmchen durch eine Anastomose wieder verbinden.

Auf diese Weise entsteht, wie beim Frosch, ein subepitheliales Netzwerk, das hier aber weniger ausgebildet ist, indem kaum mehr als zwei Lückenreihen übereinanderliegen. In diesen Lücken sieht man häufig ovale Kerne liegen. Ich weiss nicht ob sie da, wo man sie vermisst, herausgefallen sind, oder ursprünglich gefehlt hatten. Aus diesem Netzwerk gehen die centralen „Epithelialzellenfortsätze" hervor.

Manchmal scheint es, als käme ein solcher Fortsatz direct aus den Nerven; ich muss jedoch glauben, dass, wenn dies überhaupt geschieht, es nur selten vorkömmt; man kann sich nämlich häufig überzeugen, dass in einem solchen Falle von dem vermeintlichen Zellenfortsatz noch fein gezeichnete Nebenästchen abgehen, die jene Verbindungen und damit das subepitheliale Netzwerk herstellen, und dass dieser eben nur der derbste der Balken des Netzwerkes war.

An dem von mir gezeichneten Präparate (Taf. I, Fig. 2) sieht man Zellenfortsätze, die in dieser Weise mehr oder weniger direct in ein Nervenstämmchen übergehen.

Bis zu der Stelle, wo die drei Stämmchen zu einem Stamm zusammentreten, konnte man an dem gezeichneten Nerven die eigenthümliche tintenartige Osmiumfärbung verfolgen. Bis zu dem (vom centralen gegen das peripherische Ende gezählten) vierten (abgerissenen) Ästchen war die Streifung des Nerven zu erkennen. Weiter oben verliert der Nerv, wie beim Frosch, alle seine charakteristischen Eigenschaften und nimmt ganz das Aussehen der Substanz an, aus welcher die centralen „Epithelialzellenfortsätze" bestehen.

habe den Nerven in der ganzen Länge, in der er zu sehen
:eichnet, um auch auf diese Weise dem Verdacht, dass wir
legewebsbündel vor uns haben, auszuweichen; er ist in
hnung wegen Mangel an Raum nach unten umgebogen.
parate verlief er nahezu parallel zur Oberfläche. An dem-
)bject ist noch ein zweiter von der anderen Seite kom-
Nerv zu sehen gewesen; ich habe denselben der Voll-
keit halber auch gezeichnet; er ist, obwohl viel dicker,
· dunkel gefärbt als der erste; man konnte ihn auch bis
epitheliale Netzwerk verfolgen, aber einen Zusammenhang
lenfortsätzen nicht sehen.

n genaueres Studium der beiden Zellenarten habe ich bei
geln nicht vorgenommen. Auch bei diesen Thieren stösst
der *regio olfactoria* häufig auf markhaltige, durch Über-
ısäure deutlich geschwärzte Nervenfasern, die gewöhnlich
ıen Bündeln das Bindegewebslager durchziehen.

inmal fand ich beim Grünling *(Fringilla chloris)* in ein
: Bündel eingeschaltet hintereinander drei mikroskopische
ɩen von spindelförmiger Gestalt. Ihr Längsdurchmesser be-
ı. 0·1 Mm., so dass sie mit freiem Auge eben sichtbar waren.
ınauerer Untersuchung zeigte sich, dass in jedes derselben
eil des Nervenbündels, an welchem sie hafteten, hineinging.
lbst bestanden aus kaum mehr als je zehn Ganglienzellen
twa 0·02 Mm. Durchmesser, mit erkennbarem Kern und
örperchen.

ie lagen an der unteren Grenze der *regio olfactoria*, doch
ich nicht mit Bestimmtheit aussagen, ob über ihnen noch
epithel, oder schon gewöhnliches Flimmerepithel stand. Es
lies also wohl mikroskopische, in die Verzweigungen des
is trigeminus eingeschaltete Ganglien.

Ich muss erwähnen, dass das subepitheliale Netzwerk der
l Max Schultzen schon wohl bekannt war. Er sagt von
asalen Enden der Epithelialzellen: „sie gehen in verbreiterte
en oder in kegelförmige Anschwellungen über, die sich in
eines, spongiöses, kernhaltiges Netzwerk auflösen, und so die
zschicht zwischen Epithel und eigentlichem Bindegewebe
n". Er sagt ferner über die Beziehungen dieser Schichte zu
darüber und darunter liegenden Epithel und Bindegewebe,

sie sei „eine Vermittlerin der histologischen und genetischen Verschiedenheiten beider, und, je nachdem man will, zu dem einen oder zu dem andern zu rechnen“.

Was die Beschreibung des Netzwerkes anbelangt, so kann ich dies vollkommen bestätigen; in der Deutung aber musste ich von Max Schultze abweichen, sobald ich die Balken dieses Netzwerkes in Zusammenhang sah mit den Ästen des *n. olfactorius*.

Säugethier und Mensch.

Selbverständlich ist es dieses Capitel, dem am meisten Zeit und Mühe gewidmet werden musste. Untersucht wurden: Kaninchen, Meerschweinchen, Hund, Katze, Ratte, Fledermaus, Mensch.

Ich will zur besseren Übersicht zuerst die Epithelialschicht, dann das subepitheliale Netzwerk, dann die Nerven besprechen und zuletzt einiges über die Drüsen der *regio olfactoria* beifügen.

Die Epithelialschicht. Wie überall, so begegnen wir auch hier in der *regio olfactoria* die zwei Arten von Zellen, Max Schultze's „Epithelial“- und „Riechzellen“. Beide Zellenarten scheinen frei von Flimmerhaaren, wenigstens hat weder Max Schultze noch ich je dort auf den „Epithelialzellen“ Flimmern gesehen, wo zwischen diesen „Riechzellen“ vorkommen. Die gegentheiligen Ansichten (Ecker, Welker, Luschka[1]) scheinen darauf zu beruhen, dass an den untersuchten Individuen gewöhnliches Flimmerepithel da sass, wo sonst normaler Weise Riechepithel zu sitzen pflegt[2]. Doch ist nicht zu leugnen, dass man häufig Bilder bekommt, in welchen den freien Rändern der Zellen ein gestrichelter Saum aufsitzt, ein Saum, der die grösste Ähnlichkeit hat mit zu Grunde gegangenen Wimperhaaren (Taf. II, Fig. 2, *a*, *b*, Fig. 1, *d* und Taf. III, Fig. 1). Es ist also die Möglichkeit nicht auszuschliessen, dass dieses Epithel doch Wimpern trägt;

---

[1] Medic. Centralbl. 1864.

[2] Seit Max Schultze das inselförmige Vorkommen des gewöhnlichen Flimmerepithels innerhalb der *regio olfactoria* angab, ist es kaum mehr möglich an frischen Präparaten diese Frage zu entscheiden. (S. Max Schultze, Monatsbericht d. Berlin. Akad. 1856 und Medic. Centralbl. 1864.)

:n dann eben noch viel vergänglicher als jene Wimpern,
›ei Fischen und Amphibien gefunden haben.
: Form der beiden Zellenarten ist wieder dieselbe, wie bei
eits abgehandelten Thieren, auch kommen hier, wie bei
'ebergänge zwischen den beiden Zellenarten vor. Taf. II,
.eigt eine Gruppe von Zellen aus der *regio olfactoria* der
Taf. II, Fig. 1 dasselbe vom neugebornen Kind.
ler erstgenannten Gruppe ist *c* eine unzweifelhafte „Riech-
iit ziemlich dünnem peripheren Fortsatz; die Zelle *b* ist
ch nach Max Schultze's Darstellung zu den Riehzellen
en, doch ist ihr peripherer Fortsatz schon bedeutend

man *a* noch „Riechzelle" nennen könnte, bezweifle ich, da
:lle schon einen centralen Fortsatz von messbarer Breite
l ebenso scheint es mir, das *d* jedenfalls den „Epithelial-
näher steht als den „Riechzellen". Unzweifelhaft haben
r eine continuirliche Reihe von Zellenformen, innerhalb
eine Grenze anzubringen, die so eingreifender Bedeutung
die, die man zwischen Nerven- und Epithelialzellen an-
muss, meines Erachtens kein hinlänglicher Grund in der
ie derselben zu finden ist.
ist leicht, eine solche Reihe in derselben Weise auch für
:nschen herzustellen. Die Zellen *b*, *d*, *c*, *a* der Fig. 1
diese Übergänge beim Menschen demonstriren. Ich brauche
:aum zu bemerken, dass diese Zellen sämmtlich mit
ssten Gewissenhaftigkeit nach der Natur gezeichnet sind;
thümer über die Dimensionen möglichst zu vermeiden,
ı diese sieben Zeichnungen auf einen Sitz (mit Ausnahme
llen *g* und *b*) (woraus zu ersehen ist, dass solche Über-
durchaus nicht selten sind) und unter fortwährender Ver-
ıng angefertigt.
hne auf dieses schon mehrmals besprochene Thema der
ınge näher einzugehen, will ich einige Eigenthümlich-
der Zellen dieser Schichte hervorheben.
unächst möchte ich bemerken, dass der centrale Fortsatz
pithelialzellen, wie bereits Clarke[1] und besser Max

[1] L. c.

Schultze[1] erkannt hatte, einen starken Hang sich zu verzweigen und mit den Nachbarfasern sich zu verbinden hat. Es ist dies bisweilen in einem Grade der Fall (Taf. II, Fig. 2 *c*), dass es scheint als hätte man es kaum mehr mit Förtsätzen sondern eben mit einem Maschenwerk, dessen stärkste Balken von oben nach unten verlaufen zu thun.

Der von Max Schultze angestellte Vergleich zwischen diesem Maschenwerk und den Stützfasern der Retina ist gewiss höchst zutreffend. Ich glaubte eine Abbildung einer solchen Zelle geben zu sollen, weil man nach den bisherigen Abbildungen von dem Reichthum dieses spongiösen Gewebes keine Vorstellung haben kann. Im allgemeinen gilt die Regel, dass ein centraler Fortsatz einer Zelle um so verzweigter ist, je dicker dieselbe ist. In das spongiöse Gewebe eingebettet und durch dasselbe gleichsam geschützt, liegen die schwächern „Epithelialzellen" und die „Riechzellen".

Da, wie wir später sehen werden, hier wie bei den übrigen Thieren aus den untersten Verzweigungen dieser Zellen das subepitheliale Netzwerk gebildet wird, dessen Kerne für sich allein sich nicht unterscheiden lassen von den Kernen der „Epithelial"- und „Riechzellen", so existirt hier in der That keine Grenze zwischen Epithelialschicht und subepithelialer Schicht. Die Querverbindungen bekommen von oben nach unten immer mehr und mehr das Übergewicht über die longitudinalen Verbindungen und halten ihnen schliesslich das Gleichgewicht. Dieses Verhältniss ist insbesondere beim Kaninchen deutlich zu erkennen, leider konnte ich keine Abbildung mittheilen, die es in wünschenswerther Weise illustrirt.

Dieser periphere Fortsatz der „Epithelialzellen" trägt häufig, wenn auch nicht immer, wie dies auch schon Max Schultze zeichnet, in seinem untersten Theil Pigmentkörnchen (Taf. II, Fig. 4), wodurch diese Stelle eine deutliche Markirung bekommt. Ebenso ist beim Menschen in den oberen, aber nicht in den obersten Theilen der Zellkörper gelbes Pigment in Tröpfchenform angehäuft (Taf. III, Fig. 1, 3). Auch an andern, hauptsächlich an verbreiterten Stellen dieser Zellen findet sich Pigment.

[1] L. c. pag. 61.

Kerne dieser Zellen können homogen oder granulirt
nnen ein Kernkörperchen enthalten oder auch nicht,
ugligen Inhalt haben, derselbe kann durch eine obere
hervorgequollen sein, so dass Becherkerne entstanden
f. II, Fig. 1 *a*), wie ich dies alles ausführlicher beim
eschrieben habe.

st wiederholt auf den Unterschied zwischen den Kernen
thelial"- und „Riechzellen" hingewiesen worden. Ich kann
n bei keinem Reagens finden; man findet ebenso langge-
(Taf. II, Fig. 1 *g*; die Zelle war nicht etwa platt wie ich
rch Wälzen derselben überzeugte) granulirte kernkörper-
„Riechzellenkerne", wie „Epithelialzellenkerne" (siehe
ildungen). Ob die Kerne beider Zellenarten granulirt oder
ı erscheinen, hängt, wie ich glaube, in erster Instanz von
andlungsweise ab.

ch die „Augenfälligkeit des Kernkörperchens" bei den
ellen", die Henle[1] bei Behandlung mit 32procentiger
ıng bestätigt, konnte ich nicht finden.

ıs den centralen Fortsatz der „Riechzellen" anbelangt, so
h von seiner wechselnden Dicke schon gesprochen.

ıx Schultze sagt von diesen Fortsätzen auch in Bezug auf
gethiere: „Eine Verästelung derselben nach dem Centrum
t nie statt". Es ist dies wie bei den anderen Thieren auch
ht vollkommen richtig. Es finden sich auch beim Säuge-
enn auch nicht häufig, Theilungen des centralen Fortsatzes;
, Fig. 1 *f* zeigt eine solche Theilung beim Menschen.

s scheint mir, dass sich zum Studium der Ähnlichkeit des
ens der centralen Fortsätze beider Zellenarten besonders
orne Thiere eignen. Hier findet man häufig Mittelstufen,
einer Beziehung vollkommen den „Epithelial"-, in anderer
ung vollkommen den „Riechzellen" gleichen. Taf. II, Fig. 2
eine solche Zelle eines 24 Stunden alten Kaninchens, die
n centralen Fortsatz vollkommen einer Epithelialzelle gleicht.
Fortsatz aber ist ungemein fein, zeigt sogar die von Max
ltze als charakteristisch für die „Riechzellenfortsätze" an-
enen Varicositäten (die Zelle ist nach der von ihm ge-

---

[1] Anatomie d. Menschen, Bd. II, S. 834.

gebenen Vorschrift behandelt). Der Fortsatz ist ferner bei dieser Dünnheit sehr lang, wird aber unten entschieden breiter (so wie dies die „Epithelialzellenfortsätze“ thun), und fällt dadurch vollkommen aus seiner Rolle als „Riechzellenfortsatz“ heraus[1]. Die nebenstehende Zelle *b* könnte schon eher „Riechzelle“ sein; ist es so zu sagen am Ende ihres centralen Fortsatzes gewiss; der Anfang derselben gleicht aber wieder viel eher dem einer „Epithelialzelle“.

Max Schultze beschreibt noch eine dritte Art Zellen: „zwischen den centralen Enden der Epithelialzellen legen sich oft Zellen, welche nicht Riechzellen sind, wie aus ihrer Form und dem Fehlen des langen peripheren Fortsatzes hervorgeht, vielmehr als eine tiefere Schicht von Epithelialzellen angesprochen werden müssen. Sie sind meist konisch mit breiter auf dem Bindegewebe aufruhender Basis und aufwärts gerichteter Spitze. Ihre Gestalt variirt übrigens mannigfach“. Was diese Zellen, die ich häufig sah, anbelangt, so hat es mit denselben seine eigenthümlichen Schwierigkeiten.

Henle „scheint es zweifelhaft, ob diese aufwärts zugespitzten Zellen von den Riechzellen wesentlich verschieden sind, und ob die Riechzellen sämmtlich mit peripherischen sich bis zur Oberfläche erstreckenden Fortsätzen versehen sind“.

Ich glaube dass Henle mit dieser Bemerkung insoferne im Unrecht ist, als er ja Max Schultze's Riechzelle in ihren Eigenthümlichkeiten anerkennt, und nun unmöglich diese mit verbreiterten konischen Enden aufsitzenden Zellen zu denselben rechnen darf; in anderer Beziehung aber möchte ich ihm, wenigstens in gewissem Sinne, beipflichten.

Meines Erachtens muss man unterscheiden zunächst solche Zellen, wie sie Max Schultze beschreibt, und l. c. Taf. IV, Fig. 7 von *Raja* abbildet. Man findet dieselben häufig, doch muss ich gestehen, dass ich es nicht gewagt hätte, aus solchen Bildern auf diese dritte Zellenart zu schliessen.

---

[1] Leider ist, wie ich nachträglich sehe, wegen zu blasser Zeichnung die schwammige Verdickung des untern Endes auf der Lichtdrucktafel nicht sichtbar geworden. Fig. 8, Taf. I meiner ersten Abhandlung zeigt eine ganz solche schwammige Auftreibung am Ende eines centralen „Riechzellenfortsatzes“ vom Frosche.

gt nämlich der Kern an der dreieckigen Basis, so hat man
tel, den Einwurf dass man einen abgerissenen „Epithelial-
rtsatz“ vor sich hat, der sich in das subepitheliale Netz-
nsetzt, zu beseitigen. Der Kern gehörte dann eben schon
Netzwerke an, so dass wir das ganz normale Verhalten
haben. Liegt aber der Kern weiter oben, dann könnte
h immer das ganze Gebilde als „Epithelialzelle“, deren
in der Mitte durchrissen ist, deuten. Die Abbildungen
hultze's sprechen gegen eine solche Deutung nicht, denn
n denselben der Kern oben liegt, findet sich über dem-
keine Theilung mehr (über demselben ist ja Zellkörper).
ler Kern aber im subepithelialen Netzwerk liegt, finden
r demselben Theilungen, wie wir sie ja an den centralen
lialzellenfortsätzen“ häufig genug finden.

ı muss gestehen, dass ich auch gar nicht weiss, ob Max
tze alle oder nur einige in dieser Abbildung gezeichnete
aufsitzende Gebilde als solche eigenthümliche Zellen
tet.

chtsdestoweniger halte ich es doch für wahrscheinlich,
lche Zellen vorkommen können, und schliesse das aus
, bei welchen eine Täuschung durch Bruchstücke von Epi-
ellen nicht möglich war. Ich sah nämlich mehrmals
I, Fig. 6) aus dem subepithelialen Gewebe sich einen
z erheben, an einer Stelle, an welcher gar kein Kern lag,
nselben sich einschieben zwischen den Epithelialzellen und
elbst bis zu einer Höhe vordringen, in welcher Epithelial-
erne normaler Weise nicht mehr liegen. In dieser Höhe
r spitz zulaufend und sich anschmiegend an die nebenlie-
Zellen.

er kann von einem Bruchstück einer anderen Zelle nicht
ie Rede sein. Kommen aber solche kernlose Gebilde vor,
t es allerdings bei dem Reichthume an Kernen, und der
ichen Verschiedenartigkeit der Gebilde dieser Schichte
wahrscheinlich, dass auch ähnliche kernhaltige Gebilde
nmen, die dann den Epithelialzellen der zweiten Art Max
tze's entsprächen.

s kommt bei der Schwierigkeit der Deutung dieser Zellen
och das in Betracht, dass, wegen der mangelhaften Grenze

zwischen Epithel und subepithelialem Netzwerk, man sich immer noch dem Vorwurf aussetzt, man habe etwas vor sich, das noch der letzeren Schichte angehört.

Uebrigens hat für uns die Frage von diesen Zellen eine ganz andere Bedeutung als für Max Schultze. Letzterer spricht das subepitheliale Netzwerk als Bindegewebe an, und ihm sind diese Zellen also Mittelstufen zwischen Bindegewebs- und Epithelialzellen. Für mich ist das Netzwerk kein Bindegewebe; es steht im directen Zusammenhang mit Nerven einerseits und epithelialartigen Gebilden andererseits, mit welchen es im wesentlichen identisch ist. Dass dieses in sich gleichartige Gewebe gelegentlich ausser den beiden schematischen Zellenarten noch andere etwas abweichende Gebilde producirt, scheint mir an sich natürlich, und nur eine Bestätigung der Ansicht von der innigen Verwandtschaft des subepithelialen Netzwerkes mit der daraufsitzenden Zellenlage.

In dieser Meinung werde ich noch bestärkt durch andere Zellen, die man gelegentlich im Epithel vorfindet, die auch weder „Epithel"- noch „Riechzellen" sind, noch auch der eben beschriebenen dritten Zellenart zugezählt werden können, doch aber eine gewisse Verwandtschaft mit diesen Zellenarten zeigen. Taf. II, Fig. 1 *e* zeigt eine solche, den „Riechzellen" sich annähernde Zelle, die aber auch, schon wegen der ungemeinen Dünnheit beider Fortsätze, keine solche sein kann. Es ist wohl sehr wahrscheinlich, dass solche den beiden Definitionen nicht zu subsummirende Zellen viel häufiger vorkommen, als man dies nachweisen kann, wenn man bedenkt, wie selten man in die Lage kommt, von einer solchen mit Bestimmtheit aussagen zu können, dass sie kein Bruchstück sei.

Schliesslich will ich noch von den Epithelialzellen ausserhalb der *regio olfactoria* bemerken, dass dieselben auch ziemlich lange centrale Fortsätze haben. (Taf. II, Fig. 5 zeigt eine solche Zelle von der Katze; *b* ist dieselbe Zelle um 90 Grade gedreht.) Dabei sind sie platt gedrückt, sowie Hoyer[1] dies für die Zellen der *regio olfactoria* annahm. Ich fand sie beim todtgebornen Kinde noch fast 24 Stunden nach der Geburt in lebhafter Bewegung.

---

[1] Müller's Archiv 1860, S. 50.

as subepitheliale Netzwerk. Die „Epithelialzellen-
ze“ lösen sich, wie gesagt, nach unten in ein Maschenwerk
dessen Lücken entweder immer oder doch häufig Kerne
Dasselbe hat beim Kaninchen eine Dicke, dass nur durch-
lich zwei Kernlagen übereinander liegen; beim Menschen
t es noch dünner. (Dabei rechne ich das subepitheliale
erk, angefangen an der Stelle, wo die starke Pigmentirung
entralen Fortsätze der Epithelialzellen aufhört. Taf. II,
.) Es besteht aus einer fein granulirten Masse, die häufig
h jene derberen Fasern in sich erkennen lässt, die wir bei
agiostomen gefunden haben, und die sich auch hier als
Fortsetzung der Epithelialzellen manifestiren.

ie bilden gleichsam ein Maschenwerk in dem Maschen-
indem ungefähr in der Axe jedes Balkens eine solche Faser
ft, die augenscheinlich die compacteste Stelle desselben
Doch sind diese Fasern hier viel deutlicher als dies an
bildung, die ich von den Plagiostomen gab, zu sehen ist,
erbinden sich, indem sie einen Kern umfassen, jenseits des-
wieder.

Beim Menschen besteht das subepitheliale Netzwerk aus
wenigstens stellenweise nur einschichtigen Kernlage, um
e ein sehr sparsames Netzwerk herumgelagert ist. Es er-
an dieselbe Schichte bei den Vögeln. An dünnen Schnitten
teter Präparate sieht man gelegentlich eine abgegrenzte
Kerne zwischen Epithel und Bindegewebe, sieht von diesen
n die Fasern (Balken des Netzwerkes) zu den oberen
ten ziehen, sieht, wie ein bis zwei Fasern von einem der
n Kerne wegziehen, und wie mehrere Fasern sich zu
der oberen Kerne begeben.

Diese untersten Kerne charakterisiren sich auch an Über-
msäurepräparaten durch ihre Grösse (Taf. III, Fig. 1). Die
ren Eigenthümlichkeiten dieser Schichte mögen die Abbil-
n zeigen (Taf. II, Fig. 4, 3 *e*, 6, Taf. III, 1, 3).

So wie beim Frosch, pflanzen sich nun auch hier die centralen
hzellenfortsätze“ in dieses Netzwerk ein; ihren Eintritt be-
net immer ein schwarzes Pünktchen. Ich sah dies häufig an

mit Osmiumsäure, und einmal auch an einem mit Alkohol[1] behandelten Präparate. Taf. III, Fig. 3 zeigt eine mit erstgenanntem Reagens behandelte Zellengruppe; der centrale Fortsatz der Riechzelle haftet augenscheinlich an dem Netzwerk fest, wie dies schon die Lage der Zelle erschliessen lässt. Ich überzeugte mich übrigens auch durch Bewegung der Flüssigkeit, dass dies in der That ein Anhaften und nicht etwa ein Anliegen war. Taf. II, Fig. 6 zeigt dasselbe mit Alkohol behandelt. Die Riechzelle, die vollkommen in situ erhalten ist, zeigt an der Ansatzstelle ihres Fortsatzes eine ganz geringe, eben sichtbare dreieckige Anschwellung, zum Beweise, dass auch sie hier anhaftet, oder, besser gesagt, in das Balkenwerk übergeht, in ganz analoger Weise, wie dies die „Epithelialzellen" thun. Es ist übrigens mittels Überosmiumsäure nicht so sehr schwierig, sich von der Richtigkeit des Gesagten zu überzeugen.

Die Nerven. Sie dringen fast immer sehr allmälig ansteigend an das subepitheliale Netzwerk heran und lösen sich, indem sie ihre feine Strichelung verlieren, direct in dasselbe auf, wie dies Taf. II, Fig. 4 vom Kaninchen zeigt. Dieses allmälige Übergehen in das Netzwerk, der Art, dass der Nerv oben schon seine nervösen Eigenschaften verloren hat, während er sie im selben Querschnitt unten noch besitzt, ist für dieses Thier charakteristisch.

Man sieht bisweilen die Faserung des Nerven noch in das Netzwerk zwischen zwei Kernen der ersten Reihe hineinreichen, so dass hier von einem Irrthum nicht die Rede sein kann. Noch unzweifelhafter wird das Verhältniss in den Fällen, in welchen innerhalb der Balken jene derberen Fasern verlaufen, von denen ich oben sprach. Man sieht diese dann gelegentlich von Epithelialzellenfortsätzen durch die Balken des Netzwerkes hindurch zu den Nerven ziehen und kann sie bis dahin verfolgen, wo der Nerv über seine Natur keinen Zweifel mehr obwalten lässt. Diese Verbindungen stellen dann dasselbe Verhältniss in deutlichern Zügen dar, als man es durch die zart gezeichneten Balken allein gewahr wird.

Ich kann es nicht unterlassen, hier nochmals ausdrücklich zu bemerken, dass ich mich nie für berechtigt hielt, einen Faser-

[1] Über diese Behandlung s. meine frühere Arbeit über diesen Gegenstand S. 7 (Separatabdruck).

ir einen Nerven zu erklären, wenn ich ihn nicht soweit cen-
al verfolgen konnte, dass über seine Natur durch Färbung
durch Zusammenhang mit stärkeren Nervenstämmen kein
el mehr obwalten konnte.

Auch von Säugethieren gilt das, was ich von den Vögeln er-
t habe, dass man von diesen hart an das subepitheliale
verk angrenzenden Faserzügen bisweilen behaupten kann,
es Nerven seien, nie aber behaupten kann, dass es nicht
en seien, so dass es auch hier zweifelhaft bleiben muss, ob
aupt stärkere, mit Nerven zu verwechselnde Bindegewebs-
bis an diese Schicht herandringen. So verhalten sich die
e beim Kaninchen.

I n Wesentlichen ebenso sind die Verhältnisse beim Men-
n (ich untersuchte nur das neugeborne Kind, da es mir am
besten zugänglich war) zu finden. Wie gesagt, besteht hier
subepitheliale Netzwerk aus kaum mehr als einer Kernlage,
in Folge dessen sieht man oft die centralen Fortsätze der
ithelialzellen" und der „Riechzellen", wie es scheint, direct
den Nerven hervorgehen (Taf. III, Fig. 1), in der Art, dass
bisweilen sogar die Streifung des Nerven bis in die verbrei-
e Basis einer Epithelialzelle vordringen sieht.

Ob wirklich die Fortsätze der beiden Zellenarten, wie dies
dem zur Abbildung gewählten Präparat den Anschein hatte,
weilen direct aus dem Nerven hervorgehen können, oder ob
Ansatzstellen als verkümmerte Balken des subepithelialen
zwerkes zu betrachten sind, lässt sich nicht bestimmen. Es
en hier dieselben Schwierigkeiten bei Entscheidung dieser
ge ein, die ich bei Gelegenheit des Vogels besprochen habe.
Erledigung derselben ist übrigens für uns, denen die wech-
ide Mächtigkeit des subepithelialen Netzwerkes und dessen
vermittelnde Function bekannt ist, von untergeordneter Be-
tung.

Die Drüsen.

Die Drüsen der *regio olfactoria* des Menschen sind tubu-
se Schleimdrüsen.

Da im Laufe der letzten Jahre in Arbeiten, welche aus dem
sigen physiologischen Institute stammen, mehrfach Drüsen für

tubulös erklärt wurden, welche man früher für acinös hielt, und da diese Neuerung von mehreren Seiten Angriffe erlitt, will ich erst in ein paar Worten das Princip darzulegen und zu rechtfertigen suchen, nach welchem man bei dieser Angelegenheit vorgegangen ist.

Spricht man von tubulösen und acinösen Drüsen, so kann diese Unterscheidung sich nur beziehen auf die Form derselben, und zwar nicht der ganzen Drüsen, sondern speciell der secernirenden Theile derselben, da die ausführenden Theile ja immer Tubuli sind. Diese können dann einfache, oder sich rispen- oder traubenförmig zusammensetzende Gänge sein. War dann der secernirende Theil so gestaltet, dass er sich zum Ausführungsgang verhielt wie eine Beere zu ihrem Stiele, so konnte man die Drüse acinös nennen, denn acinus heisst eine Beere. Nach diesem Principe sind die Meibom'schen Drüsen acinöse, mit ihren Ausführungsgängen zweiter Ordnung traubenförmig (im botanischen Sinne) in den Ausführungsgang erster Ordnung einmündende Drüsen genannt worden, und mit demselben Rechte wurden die Talgdrüsen (deren Ausführungsgänge sich nach einem etwas anderen Typus vereinigen) acinöse Drüsen genannt. Ist aber der secernirende Theil ein Schlauch, wie bei den Schweissdrüsen, dann hat man die Drüse, ebenso unabhängig von der Gestalt des Ausführungsganges, immer eine tubulöse Drüse genannt.

Kann man nun nachweisen: erstens, dass an einer Drüse nirgends beerenförmige Anhänge vorkommen[1], zweitens, dass das secernirende Epithel in Schläuchen angeordnet ist, so muss eine solche Drüse tubulös genannt werden.

Das erstere ist dadurch geschehen, dass gezeigt wurde, dass man nirgends Durchschnitte von Drüsentheilen bekömmt, deren Durchmesser grösser ist als der der Tubuli; das letztere dadurch, dass gezeigt wurde: an den oberen Enden der Schläuche befindet sich

---

[1] Es kommen an tubulösen Drüsen Ausbuchtungen vor, die wie eine Halbkugel auf einem Schlauch aufsitzen. Diese haben aber dasselbe Epithel und denselben Durchmesser, wie diese Schläuche, können also nie als *Acinus*, sondern nur als sehr kurzer *Tubulus* aufgefasst werden. (Vergl. Schwalbe, Beiträge zur Kenntniss der Drüsen der Darmwand. Max Schultze's, Archiv 1871, S. 103.

ein Epithel, welches verschieden ist von dem Epithel der unteren Theile, und das somit als Auskleidung des Ausführungsganges aufgefasst werden muss. Die Zellen des unteren Theiles der Tubuli behalten bis zum blinden Ende derselben ihr Aussehen bei, können also nur als die eigentlichen secernirenden Elemente der Drüse aufgefasst werden.

Diese Verhältnisse, von deren Richtigkeit man sich am leichtesten an den Oesophagus-Schleimdrüsen des Hundes überzeugen kann, haben nun Puky Ákos[1], Schlemmer[2] und Svetlin[3] für die Schleimdrüsen der Mundhöhle, für die Brunner'schen Drüsen und für die Prostata nachgewiesen, und mussten demnach, nothwendig, um nicht Ursache zu Verwirrungen in der Nomenclatur zu geben, den Namen, der die Gestalt dieser Drüsen bezeichnet, ändern[4].

Dies als Antwort auf die Angriffe derer, welche in der Einreihung dieser Drüsen zu den tubulösen eine überflüssige Neuerung sehen[5]. Was die thatsächlichen Verhältnisse anbelangt, so sind sie zunächst von Anton Heidenhain[6] in Frage gestellt worden.

Er sagt bei Besprechung der Arbeit von Puky Ákos: „Man kann bei der Erklärung von Schnittpräparaten nicht vorsichtig genug sein, denn man erhält allerdings bei solchen leicht Bilder, welche Durchschnitte von Tubulis vortäuschen, in Wahrheit aber nur schräg durchschnittene Acini sind. Besonders schwer ist es, die richtige Anschauung zu erhalten, wenn die Scheidewände mehrerer nebeneinander liegender Acini durchrissen sind, so dass

[1] Über den Bau der Schleimdrüsen in der Mundhöhle. Sitzungsb. d. k. Akad. d. W. 1869.

[2] Beiträge zur Kenntniss des feineren Baues der Brunner'schen Drüsen. Sitzb. d. k. Akad. d. W. 1869.

[3] Einige Bemerkung. zur Anat. der Prostata. Sitzungsb. d. k. Akad. d. W. 1870.

[4] Schwalbe (l. c.) hat sich in jüngster Zeit von der tubulösen Structur der Brunner'schen Drüsen im wesentlichen überzeugt, führt aber fort, für deren Drüsenelemente den Namen *Alveolus* oder *Acinus* zu gebrauchen.

[5] Boldgrew, Untersuchungen a., d. Institute von Rollett. 1871.

[6] Die acinösen Drüsen der Schleimhäute. Inaugur. Dissert. Breslau 1870.

dann, was ich oft gesehen, ein längeres Stück einer Röhre vorzuliegen scheint“.....

Dem gegenüber ist wohl nur zu bemerken, dass eine Beere, also auch ein Acinus, in keiner Ebenen durchschnitten, das Bild eines der Länge nach geschnittenen Tubulus liefern kann, und dass es vielleicht bei Zupfpräparaten, deren sich A. Heidenhain bei seiner Untersuchung bediente, nicht aber bei gut angefertigten Schnittpräparaten, wie sie Puky Ákos benützte (und genau nach der Natur abbildete) geschehen kann, dass Scheidewände zwischen Acinis zerreissen, und dadurch das Schein-Bild eines unversehrten Tubulus erzeugt wird.

Nach dieser Abschweifung kehre ich zu meinem Thema zurück.

Aus den auseinandergesetzten Principien ergibt sich, dass ich nicht der Ansicht Max Schultze's beistimmen kann, der von den Drüsen der *regio olfactoria* sagt: „Es sind ... einfache Drüsen, welche zwischen Schlauch- und acinösen Drüsen in der Mitte stehen; ich möchte sie lang gestreckt, also den Meibom'schen Drüsen in der Form etwa vergleichbare, acinöse Drüsen nennen“[1]. Ich finde an diesen Drüsen keine beerenartigen Elemente, welche ein von dem Epithel des Ausführungsganges verschiedenes Epithel haben, noch eine traubenartige Anordnung der mit den Drüsenzellen ganz vollgepfroften Acini, wie solche bei den Meibom'schen und den Talgdrüsen zu finden sind.

Ich sehe vielmehr langgestreckte gewundene Tubuli, die, soweit sie im Bindegewebslager verlaufen, wesentlich dasselbe Epithel beibehalten. Diese Tubuli enden ohne beerenförmige Anschwellung handschuhfingerförmig (Taf. III, Fig. 2). Sie sind ausgekleidet mit einem Cylinderepithel wie andere Schleimdrüsen, welches von dem oberen Ende der Drüse nach dem unteren etwas an Höhe zunimmt. Zwischen diesen Drüsenzellen bleibt ein Gang, der im unteren Theil der Drüse sehr enge ist (sein Durchmesser ist im allgemeinen kleiner oder gleich der Höhe einer Drüsenzelle), während er im oberen Theil eine ziemlich beträchtliche Weite hat (sein Durchmesser ist bedeutend grösser als die Höhe

[1] L. c. S. 77.

einer Drüsenzelle). Diese Drüsen sind nun zwar, wie **Henle**[1] beschreibt und zeichnet, tubulös, sie sind aber nicht, wie er anzunehmen scheint, einfach, sondern sie sind verzweigt. Man kann sich hievon am besten beim Hunde überzeugen; doch bekam ich auch vom Menschen Bilder unzweifelhafter Theilungen. Ob diese Theilungen reichlich, ob Theilungen zweiter Ordnung vorkommen, kann ich allerdings nicht sagen.

Der höchst eigenthümlich gestaltete Ausführungsgang dieser Drüsen ist schon mehrmals Gegenstand der Aufmerksamkeit geworden: Das Lumen des Tubulus verengt sich an der Grenze des Bindegewebes schnell zu einem engen drehrunden Canal, dessen Durchmesser kaum halb so gross ist wie der Durchmesser eines Körpers einer „Epithelialzelle“. Dieser Gang wird gebildet von sieben bis acht langgestreckten Zellen, die wohl als modificirte „Epithelialgebilde“ aufzufassen sind, und die in keiner Weise von den Zellen des Epithels abgetrennt sind. Von oben betrachtet, erscheint solch ein Ausführungsgang als kleine Oeffnung, um welche die optischen Querschnitte dieser schmalen Zellen zu sehen sind. Nach aussen von diesen folgen die optischen Querschnitte der „Epithelialzellen“. Taf. III, Fig. 4 zeigt einen Ausführungsgang vom Kinde im Profil, Taf. II, Fig. 7 einen solchen vom Kaninchen von oben gesehen.

Beim Meerschweinchen fand ich im Epithel liegende flaschenförmige, mit Kern und Kernkörperchen versehene Zellen, über deren Bedeutung ich nichts aussagen kann. Ich bildete eine solche Taf. II, Fig. 8 im frischen Zustande ab. Wahrscheinlich gehören sie in die Reihe der von Max **Schultze** l. c. Taf. II, Fig. 2 gezeichneten Gebilde.

Schlussbemerkungen.

Es ist demnach das Ergebniss directer Beobachtung, dass die Äste des *Nervus olfactorius*, an der Grenze des Bindegewebes angelangt, sich bei Amphibien, Vögeln, Säugern und dem Menschen in ein kernhaltiges Netzwerk[2] auflösen, aus welchem Netz-

---

[1]) Anatomie. II. Bd. S. 833.

[2]) **Henle** (l. c.) sagt von diesem Netzwerk: „Ich möchte künftigen Beobachtern zu erwägen geben, ob diese körnige Schichte der Geruch-

werk hervorgehen die sogenannten Epithelialzellen und Riechzellen. Netzwerk und diese beiden Zellenarten stellen also zusammen den Endapparat des *n. olfactorius* dar. Es erklärt sich durch diese Auffassung leicht die offenbare Verwandtschaft, die zwischen diesen drei Elementen herrscht und die sich durch die Übergänge der „Epithelialzellen" in „Riechzellen" einerseits und durch die Übergänge dieser in das Netzwerk andererseits bekundet. Ferner die nicht selten zu beobachtende Verbreiterung und Auflockerung des abgerissenen Endes des centralen Fortsatzes der Riechzellen, ferner die mehrmals aufgestellte Vermuthung eines Zusammenhanges der Nerven mit einem subepithelialen Netz, und dieses Netzes mit den Gebilden des Epithels, endlich die Fruchtlosigkeit der vielfach darauf gerichteten Versuche, die von Max Schultze angegebene Nervenendigung wirklich zu sehen [1].

Ich habe eine Beschreibung dessen gegeben, was man bei anatomischer Präparation in Zusammenhang mit den Olfactorius-Ästen sieht. Ob dieser ganze Apparat, ob nur ein Theil desselben, und welcher Theil zur directen Perception dient, ob ein Theil davon Hülfsapparat ist, dies sind Fragen, die auf diesem Wege wohl kaum entschieden werden können, und über welche Vermuthungen zu äussern mir müssig erscheint.

Das jedoch scheint mir fest zu stehen, dass, wenn man nach anatomischen Thatsachen schliessen will, man mit gleichem Rechte jede der beiden Zellenarten als geruchspercipirenden Apparat auffassen kann.

---

schleimhaut nicht von dem Epithelium zu trennen und als eine periphere Nervensubstanzlage aufzufassen sein würde."

[1]) Auch eine in jüngster Zeit erschienene, hierauf gerichtete Arbeit, über das Geruchorgan der Cephalopoden, ist erfolglos geblieben. (Zernoff. Bulletin d. l. société impériale. Moscou, 1869.)

Erklärung der Abbildungen.

Die sämmtlichen Abbildungen sind genau nach Präparaten in grösserem Massstabe mit Feder und Pinsel in Tusche gezeichnet. Nach diesen Zeichnungen wurden, auf ein Drittheil verkleinert, die Lichtdrucktafeln angefertigt.

Tafel I.

Fig. 1. Eine „Epithelialzelle" aus dem Riechepithel von *Raja clavata*. 10 Minuten in 1percentiger Überosmiumsäure, 12 Tage in Wasser. Gezeichnet bei Hartnak Imm. X., Ocul. 2.

Fig. 2. Endigung eines Ästchens des *n. olfactorius* von der Ente. 8 Minuten in 1percentiger Überosmiumsäure ,10 Tage in Wasser. Gezeichnet bei Hartn. Imm. X., Ocul. 2.

Fig. 3. Zwei Zellen aus dem Riechepithel des Hechtes, von denen es zweifelhaft ist, ob sie zu Max Schultze's „Riech-" oder Epithelialzellen" gerechnet werden sollen. 1/4 Stunde in 2percentiger Überosmiumsäure, 4 Tage in Wasser. Hartn. Imm. X., Ocul. 2.

Fig. 4. Gränze der längsgefaserten Schichte und des subepithelialen Netzwerkes von *Raja clavata*. Die Reste der centralen Fortsätze der „Epithelialzellen" gehen unmittelbar in dieses Netzwerk über, ebenso jene der „Riechzellen", die sich in das fein gestrickte Gewebe dieser Schichte auflösen. Man sieht hier deutlich, dass diese Fortsätze nicht einfach durch diese Schichten hindurchlaufen, um sich jenseits derselben mit einer Nervenfaser zu verbinden. 1/4 Stunde in 1percentiger Überosmiumsäure, 7 Tage in Wasser. Hartn. Imm. X., Ocul. 2.

Fig. 5. Theilungen der *Olfactorius*-Äste in der längsgestreiften Schichte von *Scyllium canicula*. Die aus dem Zerfall eines Nervenstämmchens hervorgehenden Fasern verlaufen zum Theil paralell den Fasern dieser Schicht. 10 Minuten in 1percentiger Überosmiumsäure, 6 Tage in Wasser. Hartn. Imm. X., Ocul. 2.

Tafel II.

Fig. 1. Eine Gruppe von Zellen aus der *regio olfactoria* des Kindes.
a) Eine verzweigte „Epithelialzelle" mit Becherkern.
b) d) Riechzelle nach Max Schultze.

c) Zelle mit einem deutlich contourirten centralen Fortsatz, also nicht mehr „Riechzelle".

e) In keine der Zellenarten Schultze's einzureihen.

f) „Riechzelle" mit getheiltem centralen Fortsatz.

g) „Riechzelle" mit sehr langem Kern. Die Nasenschleimhaut wurde 4 Stunden nach dem Tode des neugebornen Kindes in 30percentigem Alkohol gegeben, worin sie 24 Stunden macerirte. Zelle *b)* und *g)* ist nach 48stündiger Maceration gezeichnet. Hartn. Imm. X., Ocul. 2.

Fig. 2. Zellen aus der *regio olfactoria* eines 24 Stunden alten Kaninchens. Die Zelle *a* gleicht in ihrem oberen Theil vollkommen den Epithelialzellen Schultze's, während ihr centraler Fortsatz im grössten Theile seiner Länge von „unmessbarer Feinheit" ist, Varicositäten zeigt und gegen das Ende schwammig verdickt ist. *b* gleicht bis zur Hälfte des centralen Fortsatzes einer „Epithelialzelle", von da an zeigt dieserFortsatz die Eigenschaften eines „Riechzellenfortsatzes". 24 Stunden in 0·05percentigerChromsäure. Hartn. Imm. X., Ocul. 2. *c* stark verzweigte „Epithelialzelle" eines Kaninchens 1/4 Stunde in 1percentiger Überosmiumsäure, 3 Wochen in Wasser.

Fig. 3. Eine Gruppe von Zellen, welche den Übergang der „Riechzellen" zu den „Epithelialzellen" darstellen in der Reihenfolge *c, b, a, d, e* ist eine Epithelialzelle, deren centraler Fortsatz in die Balken des subepithelialen Netzwerkes übergeht. Katze. *a* und *b* 24 Stunden in 30percentigem Alkohol, *c* und *d* 48 Stunden in 30procentigem Alkohol, *e* in 0·05percentiger Chromsäure. Hartn. Imm. X., Ocul. 2.

Fig. 4. Endigung eines *Olfactorius*-Zweiges von einem jungen Kaninchen. Indem der Nerv sein streifiges Ansehen verliert, löst er sich in das subepitheliale Netz auf, aus welchem die centralen Epithelialzellenfortsätze hervorgehen; dieselben sind in ihrem unteren Theile stark pigmentirt. Das Pigment hört nach unten wie abgeschnitten auf. 1/4 Stunde in 1percentiger Überosmiumsäure, 6 Tage in Wasser. Hart. Imm. X., Ocul. 2.

Fig. 5. *a)* Zelle der Nasenscheidewand der Katze, vor und unterhalb der *regio olfactoria*, *b)* dieselbe Zelle um 90° gedreht. Das ganze Flimmerepithel besteht hier an der Grenze der *regio olfact.* aus solchen plattgedrückten, in lange Fortsätze auslaufenden Zellen.

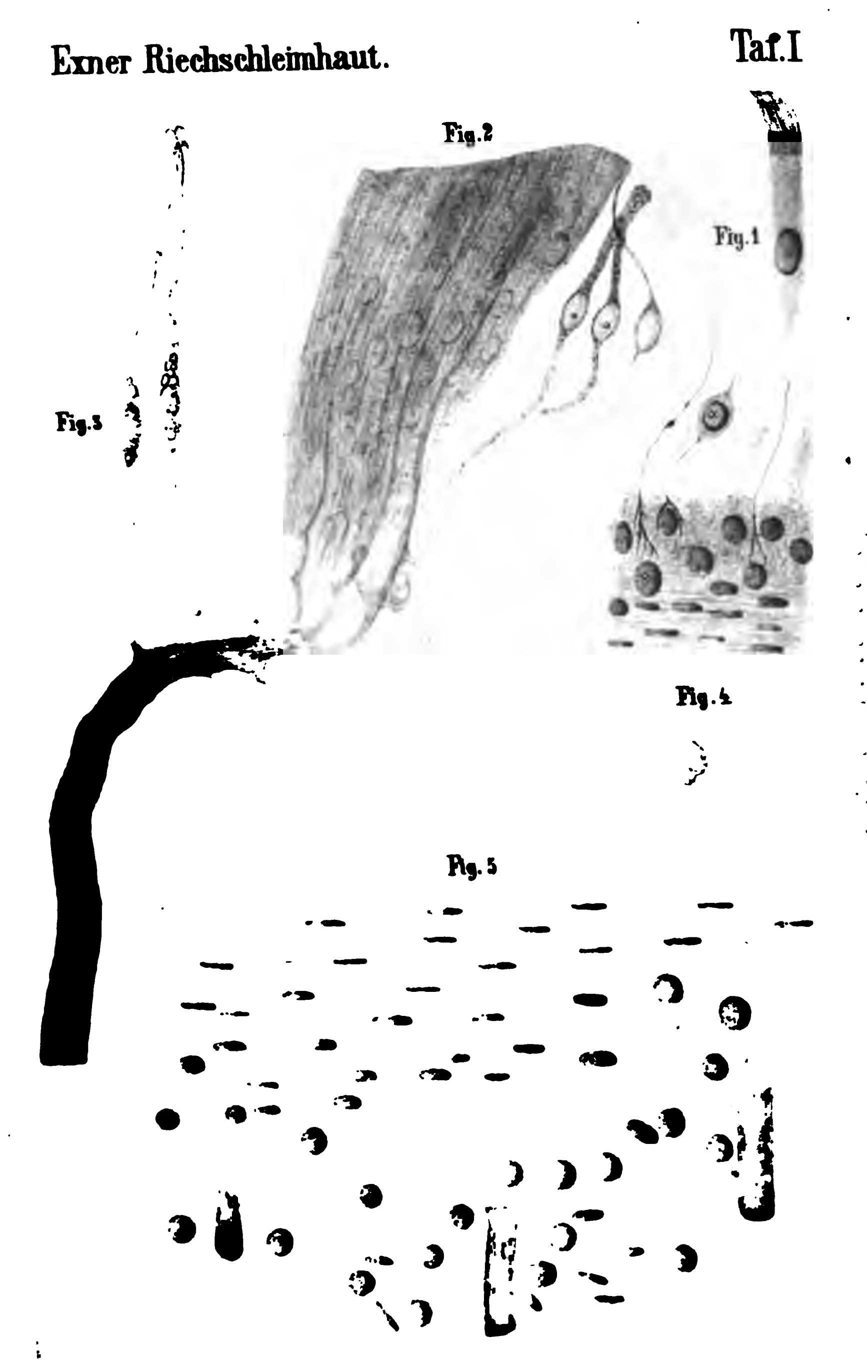
Fig. 6. „Epithelialzelle", „Riechzelle" und ein kernloser Fortsatz, sämmtlich in Verbindung mit dem subepithelialen Netzwerk. Die Riechzelle sitzt mit kleiner dreieckiger Basis auf dem Balken des Netzwerkes auf. Kaninchen 24 Stunden in 30percentigem Alkohol.

Fig. 7. Ausführungsgang einer Schleimdrüse aus der *regio olfact.* vom Kaninchen, von oben gesehen. 1/4 Stunde in 1percentiger Überosmiumsäure, 3 Wochen in Wasser.

Fig. 8. Gebilde aus der Epithelialschichte, etwa bis in die Hälfte derselben reichend; vom jungen Meerschweinchen. Frisch in Jodserum.

Exner Riechschleimhaut.

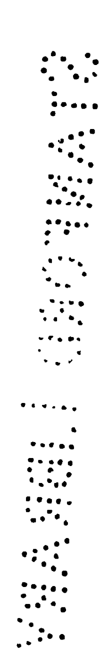
Taf. I

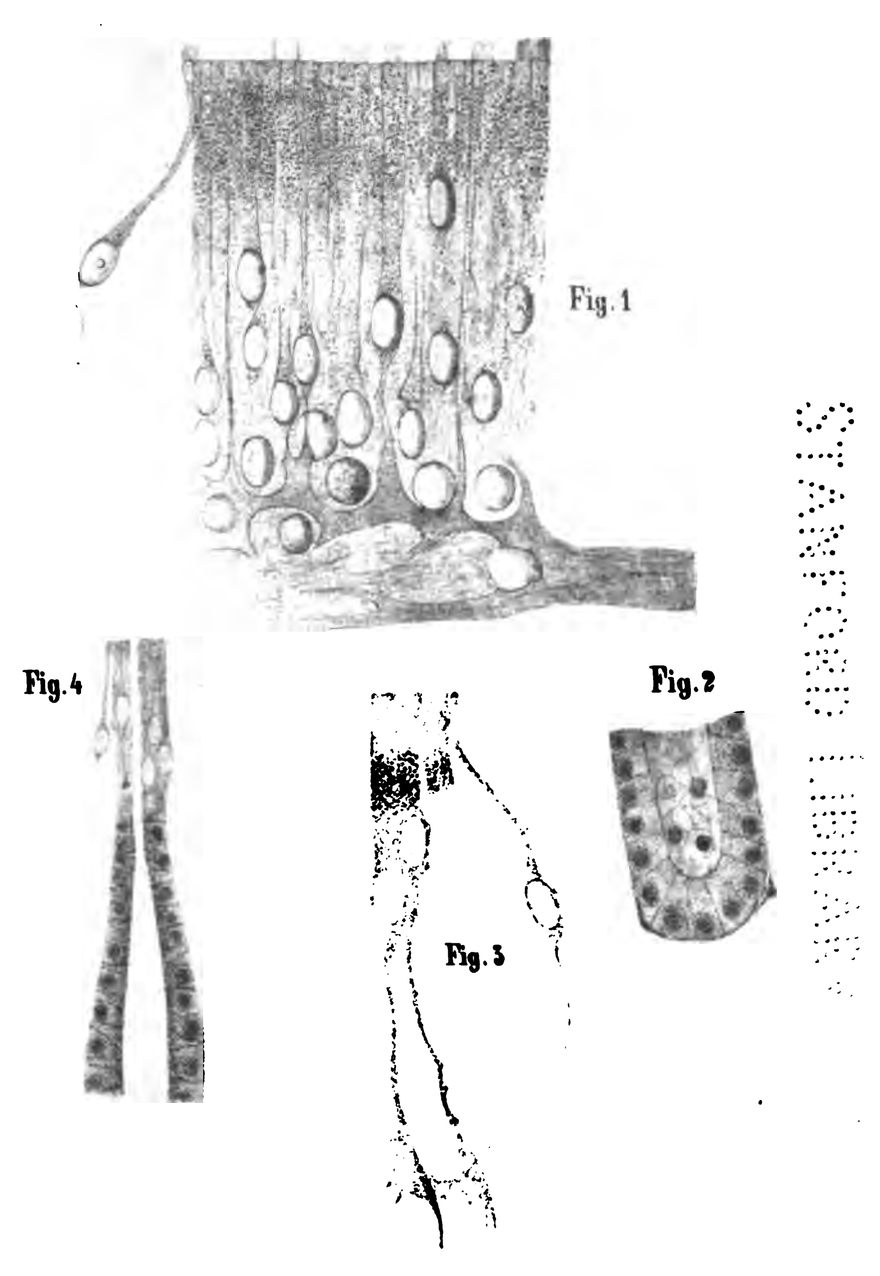


Gez. v. Verf. Lichtdruk v. G. Maerkl.



Gez. v. Verf. Lichtdruck v. Maerkl.





Gez. vom Verf. Lichtdruk von G. Maerkl.

Tafel III.

Fig. 1. Endigung eines *Olfactorius*-Ästchens vom neugebornen Kinde. Das subepitheliale Netzwerk ist sehr schwach entwickelt, so dass die centralen Fortsätze sowohl der „Epithelial-“ als der „Riechzellen“ direct aus dem Nerven hervorzugehen scheinen. Der Nerv hat theilweise noch da seine feine Streifung, wo er schon als Fortsatz einer „Epithelialzelle“ aufgefasst werden kann. $1/2$ Stunde in 2percentiger Überosmiumsäure, 4 Tage in Wasser. Hartn. Imm. X., Ocul. 2.

Fig. 2. Ende eines Drüsenschlauches aus der *regio olfactoria* des erwachsenen Menschen. Durch Einstellung konnte man das Zellenmosaik der oberen und der untere Fläche zur Anschauung bringen. An der Figur ist nur das der unteren Fläche gezeichnet. An der Aussenfläche sieht man zwei hartanliegende Kerne. In Alkohol gehärtet und geschnitten. Hartn. Object. 8. Ocul. 2.

Fig. 3. Riechepithel vom Kinde. Die „Epithelialzellen“, in ihrem Körper stark pigmentirt, verbinden sich mit ihren centralen Fortsätzen zu dem subepithelialen Netzwerk. In dasselbe setzt sich der überaus feine centrale Fortsatz einer „Riechzelle“ ein. Dass derselbe wirklich hier anhaftet, ersieht man aus der Lage der Zelle, die künstlich durch Strömung der Flüssigkeit hervorgerufen wurde. $1/2$ Stunde in 2percentiger Überosmiumsäure. 10 Tage in Wasser. Hartn. Object. 8. Ocul. 3.

Fig. 4. Ausführungsgang einer Drüse der *regio olfactoria*. Vom Kinde. Er ist gebildet durch langgestreckte Zellen des Epithels; links haftet eine „Riechzelle“ an. Die Secretionszellen haben gelbes Pigment, und sind in ihren dem Lumen des Tubulus zugekehrten Theilen stärker granulirt als aussen. Durch Einstellung konnte man das Mosaik der oberen und der unteren Wand zur Anschauung bringen. $1/2$ Stunde in 2percentiger Überosmiumsäure, 8 Tage in Wasser. Hartn. Object. 8. Ocul. 2.

II. SITZUNG VOM 11. JÄNNER 1872.

Der Secretär legt folgende eingesendete Abhandlungen vor:

„Die natürliche Familie der Schuppenthiere *(Manes)*“, vom Herrn Dr. L. J. Fitzinger in Pest.

„Mathematische Demonstrationen am Domino-Spiel“, vom Herrn S. Adler in Wien.

Die Lese- und Redehalle der deutschen Studenten in Prag, sowie der dortige akademische Leseverein der böhmischen Studenten danken für die ihnen im abgelaufenen Jahre übersendeten akademischen Publicationen.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Academy, The Royal Irish: Proceedings. Vol. X, Parts I—III. Dublin, 1867, 1868 & 1869; 8°.

Akademie der Wissenschaften, Königl. Bayer., zu München: Sitzungsberichte der philos.-philologischen und histor. Classe, 1871, Heft IV; Sitzungsberichte der mathem.-physik. Classe, 1871, Heft II. München, 8°.

Annalen der Chemie & Pharmacie von Wöhler, Liebig & Kopp. N. R. Band LXXXIV, Heft 2, und VIII. Supplementband, 2. Heft. Leipzig, 1871; 8°.

Astronomische Nachrichten. Nr. 1872 (Bd. 78. 24.). Altona, 1872; 4°.

Bern, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften aus dem Jahre 1869/70. 4° & 8°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXIII, Nrs. 25—26. Paris, 1871; 4°.

Gesellschaft, geographische, in Wien: Mittheilungen. N. F. 4. 1871, Nr. 12. Wien; 8°.

— österr., für Meteorologie: Zeitschrift. VI. Band, Nr. 24. Wien, 1871; 4°.

Istituto, R., Veneto di Scienze, Lettere ed Arti: Atti. Tomo XVI°, Serie III^{a}, Disp. 10^{a}. Venezia, 1870—71; 8°.

Landbote, Der steirische. 5. Jahrgang, Nr. 1. Graz, 1872; 4°.

Lund, Universität: *Acta*. 1868. Lund, 1868—69; 4°.

Nature. Nr. 114, Vol. V. London, 1872; 4°.

Osservatorio del R. Collegio Carlo Alberto in Moncalieri: Bullettino Meteorologico. Vol. VI, Nr. 1. Torino, 1871; 4°.

Reichsanstalt, k. k. geologische: Verhandlungen. Jahrgang 1871, Nr. 16. Wien; 4°.

Société Linnéenne de Bordeaux: Actes. Tome XXVII. (3e Série, Tome VII) 1re Partie. Paris & Bordeaux, 1870; 8°.

Society, The Royal Dublin: Journal. Nr. XXXIX. Dublin, 1870; 8°.

Tübingen, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften aus d. J. 1870. 4° & 8°.

Wiener Mediz. Wochenschrift. XXII. Jahrgang, Nr. 1. Wien, 1872; 4°.

Zeitschrift für Chemie, von Beilstein, Fittig & Hübner. XIV. Jahrgang. N. F. VII. Band, 13. Heft. Leipzig, 1871; 8°.



Gez. v. Verf. Lichtdruck v. Maerkl.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

LXV. Band.

DRITTE ABTHEILUNG.

2.

Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Physiologie, Anatomie und theoretischen Medicin.

IV. SITZUNG VOM 1. FEBRUAR 1872.

Herr Prof. L. Gegenbauer in Krems übersendet eine Abhandlung: „Beiträge zur Theorie der linearen Differentialgleichungen."

Herr Dr. Hermann Fritz in Zürich übermittelt das Manuscript eines von ihm zusammengestellten „Nordlicht-Kataloges".

Herr Prof. Dr. H. Hlasiwetz macht eine vorläufige Mittheilung über eine vom Herrn Prof. Weselsky entdeckte neue Säure aus der Aloë.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Académie Royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique: Mémoires. Tome XXXVIII. Bruxelles, 1871; 4°. — Mémoires couronnés in 4°. Tomes XXXV & XXXVI. (1870 & 1871.) — Annuaire. 1871. (XXXVII[e] Année.) Bruxelles; 12°. — Compte rendu des séances de la Commission R. d'histoire. III[e] Série. Tome XII[e], 1[er] à III[e] Bulletins. Bruxelles, 1870; 8°. Biographie Nationale. Tome III[e], 1[re] partie. Bruxelles, 1870; gr. 8°. — Observations des phénomènes périodiques pendant l'année 1869. 4°.

Akademie der Wissenschaften, Königl. Preuss., zu Berlin: Monatsbericht. September, October & November 1871. Berlin; 8°.

Annalen der Chemie & Pharmacie, von Wöhler, Liebig & Kopp. N. R. Band LXXXV, Heft 1. Leipzig & Heidelberg, 1872; 8°.

Apotheker-Verein, allgem. österr.: Zeitschrift. 10. Jahrg., Nr. 2—4. Wien, 1872; 8°.

Astronomische Nachrichten. Nr. 1874 (Bd. 79. 2). Altona, 1872; 4°.

1840. Extracted frome the Chinese Annals. London, 1871; 4°.
— Brünnow, Francis, Tables of Iris. Dublin, 1869; 4°.

Vereeniging, K. Natuurkundige in Nederlandsch Indië: Natuurkundige Tijdschrift. Deel XXIX (VI. Serie, Deel IV), Aflev. 5—6; Deel XXX (VI. Serie, Deel V), Aflev. 1—2; Deel XXXI (VII. Serie, Deel I), Aflev. 1—3. Batavia & 's Gravenhage, 1867 & 1869; 8°.

Vierteljahresschrift, österr., für wissenschaftliche Veterinärkunde. XXXVI. Band, 2. Heft. (Jahrgang 1871. IV.) Wien; 8°.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXII. Jahrgang, Nr. 3—4. Wien, 1872; 4°.

Zeitschrift für Chemie von Beilstein, Fittig & Hübner. XIV. Jahrgang. N. F. VII. Bd., 14. Heft. Leipzig, 1871; 8°.
— des österr. Ingenieur- & Architekten-Vereins. XXIII. Jahrgang (1871), 17. & 18. Heft; XXIV. Jahrgang, 1. Heft. Wien, 1872; 4°.

V. SITZUNG VOM 8. FEBRUAR 1872.

Der Secretär legt folgende eingesendete Abhandlungen vor:

„Note über die Bessel'schen Functionen zweiter Art", vom Herrn Prof. L. Gegenbauer in Krems.

„Über die Temperatur-Constante", vom Herrn Prof. Simon Šubić in Graz.

Herr Prof. L. Boltzmann in Graz übersendet die
fige Anzeige einer Abhandlung, in welcher der Be
wird, dass die von Maxwell gefundene di
schliessliche Zustandsvertheilung unte
cülen ist.

Herr Prof. Dr. Jul. Wiesner ü
die von der Nordpolfahrt der Herr
mitgebrachten Treibhölzer aus dem
ihm von der k. Akademie zur Un
sind.

Herr Dr. A. Boué legt eine
tigkeit der Formationen und Geb

Herr Prof. Dr. V. v. La
„Über das schwefelsaure Äthyl

Herr stud. phil. Herm. F
lung, betitelt: „Die Analoga d

Herr Prof. Dr. J. See
„Über eine Methode, um min
grösserer Bestimmtheit nach

An Druckschriften wur

Accademia Pontificia de'
1ª. Roma, 1872; 4°.
Akademie, Südslavisch
Agram: Rad. Knjiga.

Sess.
schaften zu
8°.

\.871.
Milita
186
1870

en
ne
ah-
ustände
äusseren
ıde, musste
Ungleichheit

1840. Extracted frome the Chinese Annals. London, 1871; 4°.
— Brünnow, Francis, Tables of Iris. Dublin, 1869; 4°.

Vereeniging, K. Natuurkundige in Nederlandsch Indië: Natuurkundige Tijdschrift. Deel XXIX (VI. Serie, Deel IV), Aflev. 5—6; Deel XXX (VI. Serie, Deel V), Aflev. 1—2; Deel XXXI (VII. Serie, Deel I), Aflev. 1—3. Batavia & 's Gravenhage, 1867 & 1869; 8°.

Vierteljahresschrift, österr., für wissenschaftliche Veterinärkunde. XXXVI. Band, 2. Heft. (Jahrgang 1871. IV.) Wien; 8°.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXII. Jahrgang, Nr. 3—4. Wien, 1872; 4°.

Zeitschrift für Chemie von Beilstein, Fittig & Hübner. XIV. Jahrgang. N. F. VII. Bd., 14. Heft. Leipzig, 1871; 8°.
— des österr. Ingenieur- & Architekten-Vereins. XXIII. Jahrgang (1871), 17. & 18. Heft; XXIV. Jahrgang, 1. Heft. Wien, 1872; 4°.

V. SITZUNG VOM 8. FEBRUAR 1872.

Der Secretär legt folgende eingesendete Abhandlungen vor:

„Note über die Bessel'schen Functionen zweiter Art", vom Herrn Prof. L. Gegenbauer in Krems.

„Über die Temperatur-Constante", vom Herrn Prof. Simon Šubić in Graz.

Herr Prof. L. Boltzmann in Graz übersendet die vorläufige Anzeige einer Abhandlung, in welcher der Beweis geliefert wird, dass die von Maxwell gefundene die einzig mögliche schliessliche Zustandsvertheilung unter einatomigen Gasmolecülen ist.

Herr Prof. Dr. Jul. Wiesner übermittelt einen Bericht über die von der Nordpolfahrt der Herren Weyprecht und Payer mitgebrachten Treibhölzer aus dem nördlichen Polarmeere, welche ihm von der k. Akademie zur Untersuchung übergeben worden sind.

Herr Dr. A. Boué legt eine Abhandlung: „Über die Mächtigkeit der Formationen und Gebilde" vor.

Herr Prof. Dr. V. v. Lang überreicht eine Abhandlung „Über das schwefelsaure Äthylendiamin".

Herr stud. phil. Herm. Frombeck übergibt eine Abhandlung, betitelt: „Die Analoga der Fourier'schen Integrale".

Herr Prof. Dr. J. Seegen überreicht eine Abhandlung: „Über eine Methode, um minimale Mengen Zucker im Harne mit grösserer Bestimmtheit nachzuweisen".

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Accademia Pontificia de' Nuovi Lincei: Atti. Anno XXV, Sess. 1ª. Roma, 1872; 4°.

Akademie, Südslavische, der Künste und Wissenschaften zu Agram: Rad. Knjiga XVII. U Zagrebu, 1871; 8°.

Anales del Museo público de Buenos-Aires. Entrega VII^a (I^a del tomo II°). Buenos-Aires, Paris & Halle, 1870; 4°.

Becker, Friedrich, Impfen oder Nichtimpfen! Berlin, 1872; 8°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXIV, Nrs. 3—4. Paris, 1872; 4°.

Gelehrten-Gesellschaft, k. k. in Krakau: Rocznik, Tom XVIII & XIX. W Krakowie, 1870 & 1871; 8°. — Sprawozdanie komisyi fizyograficznéj. Tom V. W Krakowie, 1871; 8°. — Historya wyzwolonéj rzeczypospolitéj wpadającej pod jarzmo domowe za panowania Jana Kaźmierza. (1655—1660.) Tom I. Kraków, 1870; 8°. Lud. Serya V. Krakowskie. Część I. Kraków, 1871; 8°. — Wykład Bajik Krasickiego Wraz z tekstem tychże przez G. Ehrenberga. Kraków, 1871; 8°.

Gelehrten-Verein, serbischer, zu Belgrad: Glasnik. XXX. XXXI. Band. Belgrad, 1871; 8°.

Gesellschaft, Naturforschende, in Danzig. Schriften. N. F. II. Bandes, 3. & 4. Heft. Danzig, 1871; 4°.

— — zu Freiburg i. Br.: Festschrift zur Feier ihres 50jährigen Jubiläums. Freiburg i. Br., 1871; 8°.

— der Wissenschaften, K., zu Kopenhagen: Skrifter. 5 Raekke, histor. og philos. Afd., 4. Bd. IV—VI; naturvidensk. og mathem. Afd., 8. Bd. VI—VII, 9. Bd. I—IV. Kjøbenhavn, 1869—1871; 4°. — Oversigt. 1868, Nr. 6; 1869, Nr. 3—4; 1870, Nr. 1—3; 1871, Nr. 1. Kjøbenhavn; 8°. — *Symbolae Caricologicae. Autore S. Drejer. Hafniae, 1844; folio.*

— Astronomische, in Leipzig: Vierteljahrsschrift. VI. Jahrgang, 4. Heft. Leipzig, 1871; 8°.

— Geographische, in Wien: Mittheilungen. Bd. XV (neuer Folge V), Nr. 1. Wien, 1872; 8°.

Hinrichs, Gustavus, The School Laboratory. Vol. I, Nrs. 3 & 4. Iowa City, 1871; 8°.

Instituut, K. Nederlandsch Meteorologisch: Nederlandsch Meteorologisch Jaarboek voor 1869. II. Deel; voor 1870, I. Deel. Utrecht, 1870; Quer-4°.

Jena, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften aus dem Halbjahr 1871. 4° & 8°.

Königberg, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften aus d. J. 1871. 4° & 8°.

Landbote, Der steirische. 5. Jahrgang, Nr. 3. Graz, 1872; 4°.

Landwirthschafts-Gesellschaft, k. k., in Wien: Verhandlungen & Mittheilungen. Jahrgang 1872, Nr. 2. Wien; 8°.

Laube, Gust. C., Die Echinoiden der österr.-ungar. oberen Tertiärablagerungen. (Abhdlgn. der k. k. geol. Reichsanstalt, Bd. V, Heft Nr. 3.) Wien, 1871; 4°.

Musée Teyler: Archives. Vol. III, fasc. 2°. Harlem, Paris & Leipzig, 1871; 4°.

Nature. Nr. 118, Vol. V. London, 1872; 4°.

Observatory, The Royal, Greenwich: Results of the Magnetical and Meteorological Observations, 1868. — Results of the Astronomical Observations, 1868. — Breen, Correction of Bouvard's Elements of Jupiter and Saturn. (Appendix I. to Greenwich Observations, 1868.) — New Seven-Year Catalogue of 2760 Stars etc. (Appendix II. to Greenwich Observations, 1868.) 4°.

Radcliffe Observatory: Results of Astronomical and Meteorological Observations, in the Year 1868. Vol. XXVIII. Oxford, 1871; 8°.

Reichsanstalt, k. k. geologische: Jahrbuch. Jahrgang 1871. XXI. Band, Nr. 4. Wien; 4°.

Report on Barraks and Hospitals with Descriptions of Military Posts. Washington, 1870; 4°.

Reports on Observations of the Total Solar Eclipse of December 22, 1870. Washington, 1871; 4°.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXII. Jahrgang, Nr. 5. Wien, 1872; 4°.

Osservatorio del R. Collegio Carlo Alberto in Moncalieri: Bullettino meteorologico. Vol. VI, Nr. 2. Torino, 1872; 4°.

Plantamour, E., R. Wolf et A. Hirsch, Détermination télégraphique de la différence de longitude entre la station astronomique du Righi-Kulm et les observatoires de Zürich et de Neuchatel. Génève et Bale, 1871; 4°.

Programm der k. k. Forst-Akademie in Mariabrunn für das Studienjahr 1871/72. Wien, 1872; 8°.

Reichsanstalt, k. k. geologische: Verhandlungen. Jahrgang 1872, Nr. 2. Wien; 4°.

Reichsforstverein, österr.: Österr. Monatsschrift für Forstwesen. XXII. Band, Jahrgang 1872, Jänner-Heft. Wien; 8°.

„Revue politique et littéraire“ et „La Revue scientifique de la France et de l'étranger“. I[re] Année. (2[e] Serie.) Nrs. 28, 32 —34. Paris & Bruxelles, 1872; 4°.

Société Botanique de France: Bulletin. Tome XVII, Revue bibliographique D. Paris, 1870; 8°.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXII. Jahrgang, Nr. 6—7. Wien, 1872; 4°.

Zeitschrift für Chemie, von Beilstein, Fittig & Hübner. XIV. Jahrgang. N. F. VII. Band, 15. & 16. Heft. Leipzig, 1871; 8°.

Über den Erregungsvorgang im Sehnervenapparate.

Von Dr. **Sigmund Exner**,
Privatdocenten und Assistenten am physiologischen Institute der Universität zu Wien.

(Mit 1 Tafel.)

Folgende, zufällig gemachte Beobachtung bildet die Grundlage der nachstehenden Untersuchung: Blickt man in einem verdunkelten Zimmer nach einem Ausschnitte im Fensterladen, durch welchen directes Sonnenlicht in's Auge geworfen wird, und hat der Ausschnitt etwa die Gestalt eines Halbkreises, so erkennt man diese Form desselben wegen zu grosser Helligkeit nicht, man sieht vielmehr eine intensive, strahlenförmig sich ausbreitende Lichtmasse, deren Centrum dem Ausschnitte entspricht. Entwickelt man nun aber das Nachbild dieses Eindruckes, so erkennt man in demselben ganz wohl die Form des Ausschnittes, ähnlich, wie man dieselbe erkannt hätte, wenn man durch verdunkelnde Gläser nach demselben geblickt hätte. Man kann diesen Versuch an in der Sonne erglänzenden Fensterscheiben anstellen, in welchem Falle im Nachbilde das Fensterkreuz deutlich wird, man kann ihn gelegentlich an Gasflammen anstellen u. d. m.; er liefert eine, viele Analogien bietende Erscheinung, die gewiss manchem Beobachter bekannt ist.

Bei näherer Betrachtung aber gewinnt dieser einfache Versuch an Interesse, denn er zeigt, dass wir da während der Dauer des Nachbildes ungleich empfinden können, wo wir während des objectiven Eindruckes gleich empfanden, und dass diese Empfindung von Ungleichen der Ungleichheit der objectiven Lichtintensität entspricht. Da also, wo wir im Centralorgane empfinden, waren entsprechend zweien Nervenleitungen, während der Dauer der Lichtwirkung zwei gleiche Reizzustände vorhanden, die Ursache für die nach Abschluss des äusseren Lichtes eintretende Ungleichheit der beiden Reizzustände, musste also irgendwo anders im Verlaufe der Leitungen als Ungleichheit existirt haben.

Es zeigt also dieser Versuch, dass es im Verlaufe des Opticusapparates mindestens zwei Regionen gibt, die in gewissem Sinne, und bis zu einem gewissen Grade unabhängig von einander auf den Lichtreiz, der sie beide, und zwar die eine durch die andere in Erregung versetzt, reagiren. In der einen dieser Regionen gehen die Veränderungen mehr den Graden der objectiven Intensität entsprechend vor sich; es ist jene Region, innerhalb welcher bei unserem Versuche die verschiedenen Lichtintensitäten verschiedene Veränderungen hervorbrachten, und welche die Differenz dieser Veränderungen nach Abschluss des äusseren Lichtes als Nachbild zur Empfindung bringt. Die andere dieser Regionen kann in ihren Veränderungen den Steigerungen des objectiven Lichtes nicht so lange Schritt halten; sie ist es, die während der Einwirkung verschiedener Lichtintensitäten gleiche Empfindungen veranlasst.

Es kann keinem Zweifel unterliegen, welche von diesen beiden Regionen mehr central, welche mehr peripher liegt. Da in der ganzen Leitung jeder Differenz der Erregung an irgend einem Punkte, Differenzen der Erregung an allen, vor diesem Punkte gelegenen Leitungsabschnitten entsprechen müssen, nicht aber an Leitungsstücken, die hinter diesem liegen, so kann die im Nachbild auftretende Differenz nur in einer Region ihren Sitz gehabt haben, welche vor jener Region lag, die während des objectiven Eindruckes gleiche Empfindungen lieferte.

Es ist daraus zu ersehen, dass die Umstände, welche die Ungiltigkeit des psychophysischen Gesetzes für hohe Lichtintensitäten bedingen, nicht im äussersten Abschnitte, also in der percipirenden Schichte unseres Sehnervenapparates zu suchen sind, sondern irgendwo centralwärts desselben ihren Sitz haben müssen.

Ich will weiterhin die äussere dieser beiden Regionen die periphere, die innere die centrale Region nennen, muss aber ausdrücklich bemerken, dass hiemit blos die gegenseitige Lage dieser beiden ausgedrückt sein soll, und dass ich es dahin gestellt lassen muss, ob erstere mit der Retina, oder blos ihren Stäbchen und Zapfen identisch ist, und ob letztere, mit irgend einem Theile der Retina, mit Ausnahme ihrer äussersten Schichte, oder mit den Opticusfasern inner- oder ausserhalb der Retina oder mit den centralen Endorganen des Sehnervenapparates identisch ist.

Nach dem angeführten Versuche, der meines Erachtens eine andere Deutung als die eben gegebene nicht zulässt, war das Resultat des folgenden Versuches mit grosser Wahrscheinlichkeit vorauszusehen.

Ich blickte aus der Entfernung von $1^1/_2$—3 Fuss durch ein intensiv roth gefärbtes Glas nach der Schmetterlingsflamme eines Gasbrenners. Das Glas liess das ganze Roth und Orange durch, sowie etwas von Grün und Cyanblau.

Dabei liess ich entweder das ganze Flammenbild in mein Auge fallen, oder ich stellte vor die Flamme einen Schirm, dessen kreisrunder Ausschnitt mich nur den intensivsten Theil derselben sehen liess.

Unter solchen Umständen scheint nach mehreren Minuten die Flamme ihre intensiv rothe Farbe zu verlieren, indem sie zuerst orange und schliesslich strohgelb gefärbt erscheint. Wirft man seinen Blick nun nach einem grauen Blatt Papier, so entwickelt sich alsbald das negativ-complementär gefärbte Nachbild, dessen Farbe nun aber nicht die Complementärfarbe des zuletzt gesehenen Gelb, sondern jene des Roth ist, nämlich ein dunkles Blaugrün. Schliesst man das Auge, um das positive Nachbild zu entwickeln — es gelingt dies am besten, wenn man vor dem grauen Grunde rasch hinter einander blinzelt, in welchem Falle gleich- und complementärgefärbtes Nachbild immer abwechseln — so erscheint dasselbe intensiv roth, nicht gelb. Noch schöner ist der Versuch, wenn man durch das rothe Glas direct gegen die Sonne sieht. Dieselbe erscheint natürlich weisslichgelb, ihr positives Nachbild roth.

Die Deutung dieses Versuches ergibt sich aus der des oberen. Während der Reizung durch objectives Licht empfanden wir den Zustand der centralen Region, der darin beruhte, dass grün- und rothempfindende Opticuselemente (Youngsche Theorie) ungefähr gleich stark irritirt waren. Nach Abschluss des äusseren Lichtes zeigte sich aber der Opticusapparat nicht in ungefähr gleicher Weise ermüdet für grünes und rothes Licht, er fand sich vielmehr bei weitem mehr ermüdet für das letztere und deshalb erschien das complementäre Nachbild in Blaugrün. Dieses Plus an Veränderung der rothempfindenden Elemente muss nun natürlicherweise wieder in die periphere Region verlegt werden. Das intensiv

roth gefärbte Nachbild nach Verschluss der Augenlider, das noch lange durch Blinzeln sichtbar gemacht werden kann, zeigt auch wie bedeutend die Veränderung der rothempfindenden Elemente die Veränderung der beiden übrigen innerhalb der peripheren Region überwiegt.

Dieser Umstand gewinnt noch an Interesse, wenn man statt des sogenannten negativ-complementär gefärbten Nachbildes, das hier auf grauem Grunde und statt des positiv gleichgefärbten Nachbildes, das bei vollkommenem Abschlusse des äusseren Lichtes entworfen wurde, wenn man statt dessen Purkinje's positiv-complementär gefärbtes Nachbild entwickelt. Es zeigt sich nämlich, dass dasselbe unter den geschilderten Umständen für das rothmüde Auge, das statt roth gelb sieht, wirklich die Complementärfarbe von Gelb, nämlich Ultramarinblau hat.

Um das Purkinje'sche Nachbild genauer studiren zu können, bediente ich mich Professor Brücke's Methode [1]. In einer Scheibe von starker Pappe sind entsprechend zweien gegenüberliegenden Quadranten rothe Gläser eingesetzt; blickt man durch eines derselben nach der Flamme und fängt an zu drehen, so gewahrt man in den Intervallen zwischen den objectiven Lichteindrücken das meergrüne Purkinje'sche Nachbild, das sich je nach der Geschwindigkeit der Drehung mehr oder weniger wie ein Nebel über das Gesichtsfeld hinzieht.

Hat man vor Beginn der Drehung durch das eine der rothen Gläser erst so lange nach der Flamme gesehen, dass dieselbe gelb erscheint, dann bekommt man, wie gesagt, statt des blaugrünen Nachbildes ein ultramarinblaues.

Da man im Allgemeinen bei einer so intensiven Lichtquelle, wie die Gasflamme ist, das Purkinje'sche Nachbild nicht gut zu sehen bekömmt, so pflege ich, nachdem das Auge ermüdet ist, im Momente, in welchem ich zu drehen beginne, ein rothes Blumenpapier zwischen Scheibe und Flamme einzuschieben.

Es sind also die beiden sogenannten complementär gefärbten Nachbilder das positive und das negative unter diesen Umständen nicht von derselben Farbe.

---

[1] Über den Nutzeffect intermittirender Netzhautreizung. Bericht der Akad. d. W. zu Wien 1864.

Bevor ich aber auf die Ursache hievon eingehen kann, muss ich Einiges zum Verständnisse des Purkinje'schen Nachbildes beibringen.

Das Purkinje'sche Nachbild stellt sich, was zunächst die Erscheinung desselben anbelangt, meinen Augen nicht ganz in derselben Weise dar, wie dies der Entdecker beschreibt. Er thut [1] dies mit folgenden wenigen Worten für eine im Kreise geschwungene Kohle: „es zeigt ein rothes Band als Spur des ersten Momentes des Eindruckes, diesem folgt ein leeres Intervall, dann das grüne Spectrum, ebenfalls in ein Band verzogen und jenem ersten im Kreise nachlaufend, endlich eine schwarze Furche von einem grauen Nebel umgeben.“

Was ich sehe, wenn ich meine Augen durch längeres Verweilen in vollkommen dunklem Raume ausruhen liess und dann nach der Glut einer Cigarre blicke, die ich bei ruhig gehaltenem Auge mit gewisser Geschwindigkeit im Kreise herumführe, ist Folgendes: Ich habe das Bild einer sich in den Schwanz beissenden Schlange, deren Kopf der Stelle entspricht, an welcher sich die Glut eben befindet. Derselbe ist innen roth, aussen mehr gelblich. Der Hals der Schlange steht in der Mitte zwischen Fleischfarben und Orange, welches, je weiter vom Kopfe entfernt, desto ungesättigter wird und endlich einem graulichen Ton Platz macht, aus welchem gegen das Schwanzende zu eine Farbe hervorgeht, die Anfangs olivengrün, in ein mehr oder weniger glänzendes Blaugrün übergeht; auch dieses verliert allmälig seine Farbe wieder und wird zu einem Grau, ähnlich der Farbe des Eigenlichtes der Netzhaut. S. Fig. 1.

Durch das ganze so entstehende Spectrum laufen dunklere Streifen, herrührend von dunkleren Stellen der Glut [2].

---

[1] Beobachtungen und Versuche zur Physiologie der Sinne von J. Purkinje. Berlin 1825, S. 111.

[2] Bemerken will ich noch, dass mir insbesondere am Anfang einer Versuchsreihe die von der Kohle umschriebene Kreisfläche blau erscheint, und dass noch mehrere Secunden, nachdem das eigentliche Nachbild verschwunden, ein blauer Schimmer zurückbleibt, so dass ich das Gesichtsfeld durch diese Streifen gleichsam unbrauchbar gemacht habe für Nachbildsversuche. Es macht den Eindruck als würde ich in meinem Gesichtsfeld

Je intensiver dieselbe ist, also gleich nachdem man die Asche entfernt hat, desto lebhafter ist das Grünblau, desto schwerer sieht man aber auch die Anreihung der Farben. Am besten sah ich dieselbe immer, nachdem ich die aufgefrischte Glut schon 4—8mal im Kreise herumgeführt hatte. Macht man die Bewegung sehr rasch, so dass die Kreise sich überschieben, dann erscheint der ganze resultirende Kreis in einem blassgrünen Lichte, eine Erscheinung, die wohl identisch sein mag mit der von Aubert beschriebenen [1], die darin besteht, dass eine schwarze Scheibe, an welcher ein rother Sector von 60° angebracht ist, unter gewissen Umständen bei Rotation grün und blau erscheint.

Das Wesentliche, worin meine Beschreibung von der Purkinje's abweicht, liegt darin, dass dieser blos roth und grün, getrennt durch ein Intervall, sieht, während ich alle Übergänge zwischen Roth und Grün, sowie das eingeschaltete neutrale Grau statt des Intervalles Purkinje's sehe.

Auch Aubert [2] vermisst das Intervall und von zweien meiner Freunde, die ich den Versuch nachzumachen und mir das Resultat zu beschreiben bat — sie wussten nicht, um was es sich mir handelte — fand einer es vollkommen, sowie ich es beschrieb; der andere sah ein Intervall, überzeugte sich aber nachträglich, dass, wenn er die Cigarre dem Auge näher brachte, dasselbe schwand und dass auch für ihn dann die Erscheinung ein continuirliches Spectrum bildete.

Ich sehe bisweilen, insbesondere bei grosser Lichtschwäche, auch ein Intervall, dann ist aber immer, das was „nachlauft" neutral gefärbt.

Es scheint mir demnach, dass eine Pause im eigentlichen Sinne des Wortes nicht da ist, dass wir aber das neutrale Grau viel leichter übersehen, als die, wenn auch dunkleren Farben, ebenso wie wir die complementären Nachbilder im vollkommen dunklen Sehfelde als lebhafte Farbenbilder sehen können, obwohl sie nur einen Bruchtheil der Helligkeit des Grundes, nämlich des

---

mit Phosphor schreiben, und in der That kann ich ganz wohl, mit der Cigarre geschrieben, meine beiden Anfangsbuchstaben vor mir sehen.

[1] Physiologie der Netzhaut, S. 363. — [2] L. c.

Eigenlichtes der Netzhaut besitzen, das uns gewöhnlich zu entgehen pflegt [1].

Was nun die Erklärung der Erscheinung, wie ich sie sehe, anbelangt, so scheint sie mir so geringe Schwierigkeiten zu bieten, dass es mich Wunder nimmt, dass das Purkinje'sche Nachbild so lange als optisches Paradoxon fungirt hat.

In einer früheren Arbeit [2] habe ich die Beziehung der Curve des Abklingens des Gesichtseindruckes zu jener des Anklingens desselben auseinandergesetzt, und schon früher hatte ich gezeigt [3], dass die Curve des Anklingens in Bezug auf ihre Steilheit in ganz bestimmter Weise abnimmt, wenn die Intensität des Lichteindruckes abnimmt. Es folgt aus diesen Auseinandersetzungen, dass die abfallende Curve des positiven Nachbildes um so weniger steil, und um so länger (entsprechend der Zeitdauer) ist, je schwächer der Eindruck war; ein Factum, von welchem man sich übrigens in jedem Momente überzeugen kann, indem man eine in Schwarz und Weiss getheilte Scheibe so schnell dreht, dass man noch deutliches Schwarz und deutliches Weiss sieht. Setzt man nun bei gleicher Umdrehungsgeschwindigkeit die Intensität der Beleuchtung herab, so erscheint die Scheibe nur mehr flimmernd oder sogar grau; ein Beweis, dass jetzt in den gleichen Intervallen wie früher das positive Nachbild nicht mehr ganz abzufallen Zeit hat.

Je schwächer also die Reizung, desto länger das Nachbild [4].

Nun werden im Falle unseres Experimentes die rothempfindenden Fasern stark, die beiden anderen Nervenarten schwach gereizt; es muss also das Nachbild für die letzteren länger dauern.

---

[1] S. hierüber ausführlicher Helmholtz' Physiolog. Opt. S. 360.

[2] Pflueger's Archiv f. Physiologie Bd. III.

[3] Über die zu einer Gesichtswahrnehmung nöthige Zeit. k. Akad. d. Wissensch. zu Wien 1868.

[4] Ich zweifle nicht daran, dass in diesem Umstande noch die Erklärung mancher anderen Erscheinung zu finden ist, z. B. wie dies schon mehrfach angedeutet wurde, die der Farben an flimmernden Scheiben etc. Ja es scheint mir sogar, als wäre es gestattet, aus der Dauer der verschiedenfarbigen Nachbilder einen Rückschluss auf die Stärke der Erregung der verschieden empfindenden Opticuselemente Young's zu machen.

Demnach hätte das Purkinje'sche Nachbild eine ganz ähnliche Ursache, wie sie Plateau zur Erklärung des farbigen Abklingens von Nachbildern, die durch relativ starke Reize erzeugt sind, annahm.

Fig. 2 soll den Verlauf des ganzen Nachbildes versinnlichen. *RR* ist die Curve für die rothempfindenden Fasern, *CC* jene für die Empfindung von Meergrün, combinirt aus der Erregung der blau- nnd grünempfindenden Fasern. Im Momente *a* verlässt das optische Bild die betreffende Netzhautstelle, die Intensität der Empfindung von Roth mag dabei proportional sein *aR*, die der Empfindung von Meergrün *aC*. Beide Empfindungen sinken ab, indem sie sich einander nähern und mehr und mehr die Empfindung des ungesättigten Roth, die dem Orange sehr ähnlich ist, liefern, bis sie bei *b* das neutrale Intervall geben. Darauf überwiegt in der Totalempfindung das Meergrün, bis auch dieses schwindet.

Wir können uns nach dem Auseinandergesetzten nähere Rechenschaft geben über den oben angeführten Versuch Professor Brücke's, bei welchem sich bei einer gewissen Rotationsgeschwindigkeit der Scheibe mit dem Einsatze von rothem Glase das Purkinje'sche Nachbild so schön zeigte. Dreht man schneller, so verschwindet das complementäre Grün, wobei das Roth der beobachteten Flamme weisslicher wird. Benützt man eine in schwarze und weisse Sectoren getheilte Scheibe, so erscheint bei gewisser Rotationsgeschwindigkeit dieselbe heller als bei schnellerem oder langsamerem Drehen.

Als ich später diese Versuche bei verschiedenen, insbesondere bei schwächeren Intensitäten wiederholte, machte es mir den Eindruck, als wäre es im Falle, wo man eine weisse und schwarze Scheibe dreht, nicht der intensivere, im Übrigen identische Reiz, was uns auffiele, sondern eine mit der bestimmten Geschwindigkeit gedrehte Scheibe, „lieferte für mich eine Lichtwirkung, die ich nur mit dem eigenthümlichen, unstäten Lichte eines glühenden Körpers vergleichen konnte“ [1].

Die Erklärung der ganzen Erscheinung gestaltet sich nun einfach folgendermassen: Haben wir es mit der Rotations-

[1] Pflueger's Archiv, l. c.

geschwindigkeit zu thun, bei welcher das positive, complementärgefärbte Nachbild in den Intervallen deutlich hervortritt, so verlaufen die Reizungscurven etwa, sowie dies Fig. 3 *A* darstellt. Die Empfindung von Roth (Curve *RcRf*) fällt in den Intervallen Schwarz *ac*, *df* bis zu Null ab, während die Empfindung von Meergrün (Curve *CC*) die Null nicht erreicht. Die Strecke $b\beta$ entspricht also dem Hervortreten des Purkinje'schen Nachbildes. Erfolgt die Drehung schneller, so dass die Intervalle nur den Grössen $f\alpha$, $\alpha\beta$, $\beta\delta$, $\delta\varepsilon$ (Fig. 3 *B*) entsprechen, dann fallen beide Curven nicht mehr zu Null ab, sie nähern sich einander aber in jedem schwarzen ($\alpha\beta$, $\delta\varepsilon$) und entfernen sich in jedem weissen Intervall. Da wo sie sich näher sind, repräsentiren sie die Empfindung eines weniger gesättigten, da wo sie sich ferner sind, die Empfindung eines mehr gesättigten Roth; der stäte Wechsel zwischen diesen beiden muss wohl jenen Eindruck des „unstäten“ Lichtes erzeugen.

Dies über das Purkinje'sche Nachbild in seinen verschiedenen Erscheinungsweisen.

Bemerken will ich nur noch, dass das Meergrün, in welchem es in unserem Falle erscheint, sich sehr häufig als eine combinirte Empfindung kennzeichnet, indem die beiden Grundfarben Blau und Grün an den Rändern oder den Enden des Bildes gelegentlich einzeln zum Vorscheine kommen.

Nach dieser Auseinandersetzung über das Zustandekommen und über die verschiedenen Erscheinungsweisen des Purkinje'schen Nachbildes kehre ich zu dem früher erwähnten Versuche zurück, in welchem sich die beiden sogenannten complementär gefärbten Nachbilder als unter einander verschiedenfarbig zeigten.

Die Sache erklärt sich, wie ich glaube, in folgender Weise: Wir hatten während der Einwirkung des intensiven Roth die Empfindung von Gelb, d. h. innerhalb der centralen Region sind roth- und grünempfindende Elemente in ungefähr gleichem Reizzustande. Wird das objective Netzhautbild weggenommen, so tritt im ganzen Sehnervenapparate die *restitutio ad integrum* ein, die in den verschiedenen Regionen desselben einen verschiedenen Verlauf nehmen kann, über deren Verlauf in der centralen Region wir aber durch die directe Empfindung unterrichtet werden. Dieser Verlauf nun entspricht dem Zustande, in welchem sich

diese centrale Region vor Beseitigung des Reizmittels befand. Es fallen nämlich (Fig. 4) die Curven für die roth- und grünempfindenden Fasern (*RR* und *RG*) ungefähr mit gleicher Geschwindigkeit ab — entsprechend dem vorhergehenden gleichen Reizzustande der beiden Faserarten — die Curve der blauempfindenden am schwächsten gereizten Fasern (*BB*) fällt langsamer ab, so dass sie das ultramarinblaue Purkinje'sche Nachbild liefert. (In der Zeit *bd*.)

Nun sind aber, wie wir aus dem oben angeführten Versuche wissen, entsprechend dem Überwiegen des rothen Lichtes, die rothempfindenden Elemente der peripheren Region bedeutend stärker verändert, als die grün- und blauempfindenden. Dieses Mehr an Veränderung wirkt im dunklen Gesichtsfeld als continuirlicher Reiz, der natürlich eine ebensolche Erregung in der centralen Region zur Folge hat. In wieweit derselbe auf die Form der abfallenden Curve in ihren oberen Theilen Einfluss genommen hat, lässt sich schwer beurtheilen, aus der Erscheinung selbst geht hervor, dass dieser Einfluss nicht gross sein kann. Jedenfalls aber verhütet diese continuirliche Erregung noch einige Zeit, dass die Curve für Roth die Abscissenaxe erreicht. Die von der peripheren Region aus weniger gereizten beiden anderen Nervenarten erreichen in ihrer Erregung jedenfalls früher den Nullpunkt, so dass hier noch einmal eine Schneidung der Curve für Blau mit einer oder beiden anderen Curven zu Stande kommt (bei *d*). Diese Schneidung, die man bei Entwickelung des Nachbildes sehr wohl beobachten kann, hat das Übrigbleiben des positiven rothgefärbten Nachbildes zur Folge, das durch reagirendes weisses Licht in das complementär gefärbte, jetzt natürlicherweise meergrüne Nachbild übergeführt werden kann.

Dass diesem Nachbilde wirklich ein positiver Reiz zu Grunde liegt, davon überzeugt man sich am besten dadurch, dass man durch ein rothes Glas direct gegen die Sonne sieht, wobei dieselbe natürlich auch weisslich gelb erscheint. Man hat dann selbst auf weissem Grunde projicirt ein rothes Nachbild, das heller als der Grund ist; ein deutlicher Beweis, dass die Veränderungen in der äusseren Region selbst gegen dieses Weiss positiv sind. Erst allmälig geht das Nachbild in die Complementärfarbe über.

Diese Verschiedenheit in der Farbe der beiden complementär gefärbten Nachbilder beweist also umgekehrt, dass denselben Ursachen zu Grunde liegen, die, wenn ich mich so ausdrücken darf, örtlich verschiedenen Sitz haben. Das positiv complementärgefärbte und das ihm vorausgehende positiv gleichgefärbte Nachbild entspricht den Vorgängen, die in einer mehr centralwärts gelegenen Region des Sehnervenapparates und ziemlich unabhängig von den Vorgängen in anderen Theilen desselben stattfinden; das negativ-complementär gefärbte und das gleichzeitig mit diesem zu erzeugende positiv-gleichgefärbte Nachbild entspricht wesentlich den Zuständen, wie sie in einer mehr peripher gelegenen Region des Sehnervenapparates statthaben.

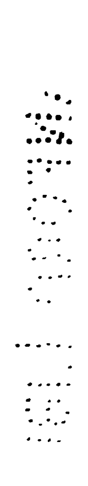
Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Purkinje's positives complementär gefärbtes Nachbild, hervorgerufen durch eine im Kreise geschwungene Kohle.

Fig. 2. Verlauf der Erregung der einzelnen Nervenarten während der Entwicklung dieses Nachbildes. Die Ordinaten bedeuten die Intensitäten der Empfindung, die Abscissen die Zeiten. Im Momente *aR* wird der objective Reiz entfernt, und nun fällt die Erregung in den rothempfindenden Fasern ab nach der Curve *RR*. Die Erregung in den grün- und den blauempfindenden Fasern fällt ab nach der Curve *CC*. Bis zum Momente *b* ist das positiv-gleichgefärbte Nachbild im Übergewichte. Bei *b* schneiden sich die beiden Curven und es tritt das positiv-complementär gefärbte Nachbild auf.

Fig. 3. Verlauf der Erregung in den verschiedenen Nervenarten beim Brücke'schen Versuch. *A* Bei langsamer Drehung *ac*, *df* Intervalle von Schwarz, *cd* Intervall von Weiss. $b\beta$ Dauer des positiv complementären, *de* des positiv-gleichgefärbten Nachbildes. *B*. Bei schnellerer Drehung $f\alpha$, $\beta\delta$ Intervalle von Weiss, $\alpha\beta$, $\delta\epsilon$ Intervalle von Schwarz. Die Curven schneiden sich nicht mehr, nähern sich aber in den Intervallen von Weiss und entfernen sich in den Intervallen von Schwarz.

Fig. 4. Verlauf der Erregung in einem für Roth ermüdeten Auge, nach Entfernung des rothen Netzhautbildes. Das Auge sah das rothe Licht gelb. *RR* Curve für die rothempfindenden, *RG* für die grünempfindenden, *BB* für die blauempfindenden Fasern. *ab* Dauer des positiv-gleichgefärbten, *bd* des positiv-complementär gefärbten (hier ultramarinblauen), *de* des zweiten positiv-gleichgefärbten Nachbildes.



SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

LXV. Band.

DRITTE ABTHEILUNG.

3.

Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Physiologie, Anatomie und theoretischen Medicin.

VII. SITZUNG VOM 7. MÄRZ 1872.

In Verhinderung des Präsidenten führt Herr Hofrath Freih. v. Burg den Vorsitz.

Herr Director Dr. G. Tschermak dankt mit Schreiben vom 7. März für die ihm, zum Zwecke der Untersuchung der Structur des Meteoreisens bewilligte Subvention von 300 fl.

Der Secretär legt folgende eingesendete Abhandlungen vor:

„Untersuchungen über die Zwischensubstanz im Hoden der Säugethiere", vom Herrn *med. stud.* Franz Hofmeister, übermittelt durch Herrn Prof. Dr. Ew. Hering in Prag.

„Vorläufiger Bericht über den propulsatorischen Apparat der Insecten und über das Vorkommen eines echten elastischen Fasernetzes bei Hymenopteren", vom Herrn Prof. Dr. V. Graber in Graz.

„Das verallgemeinerte Dirichlet'sche Integral", von Herrn Prof. Dr. L. Gegenbauer in Krems.

Herr Dr. A. Boué legt eine Abhandlung: „Über geologische Chronologie" vor.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Accademia Pontificia de' nuovi Lincei: Atti. Anno XXV, Sess. 2da. Roma, 1872; 4°.

Akademie der Wissenschaften, Königl. Preuss., zu Berlin: Monatsbericht. December 1871. Berlin; 8°.

— — Königl. Bayer., zu München: Sitzungsberichte der math.-physik. Classe. 1871. Heft 3. München; 8°.

Annalen der Chemie & Pharmacie, von Wöhler, Liebig & Kopp. N. R., Band LXXXIV, Heft 3, und VIII. Supplementband. 3. Heft. Leipzig und Heidelberg, 1871 & 1872; 8°.

Annuario marittimo per l'anno 1872, compilato per cura dell' i. r. governo marittimo in Trieste e del r. governo marittimo in Fiume. XXII. Annata. Trieste, 1872; 8°.

Apotheker-Verein, Allgem. österr.: Zeitschrift. 10. Jahrgang, Nr. 7. Wien, 1872; 8°.

Astronomische Nachrichten. Nr. 1876—1877. (Bd. 79. 4—5.) Altona, 1872; 4°.

Beck, Friedr. Leop. Ritter, Über die Naturkräfte, welche neben der Gravitation die Bewegungen der Himmelskörper vermitteln, und anderes Einschlägige. Berlin; 8°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXIV, Nrs. 7—8. Paris, 1872; 4°.

Genootschap, Provinciaal Utrechtsch, van Kunsten en Wetenschapen: Verslag, 1870 & 1871. Utrecht; 8°. — Aanteekeningen. 1870. Utrecht; 8°. — Leven en werken van Willem Jansz. Blaeu, door P. J. H. Baudet. Utrecht, 1871: 8°. — *Memoria Ludovici Caspari Valckenarii. Scripsit* Jo. Theod. Bergman. *Rheno-Trajecti,* 1871; 8°. — Asman, P. H., Proeve eener geneeskundige plaatsbeschrijving van de gemeente Leeuwarden. Utrecht, 1870; 4°. — Harting, P., Mémoire sur le genre Potérion. Utrecht, 1870; 4°.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXXIII. Jahrgang, Nr. 9—10. Wien, 1872; 4°.

Grunert, Joh. Aug., Archiv der Mathematik & Physik. LIV. Theil, 1. Heft. Greifswald, 1872; 8°.

Halle, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften aus dem Jahre 1871. 4° & 8°.

Instituut, k. Nederlandsch meteorologisch: Nederlandsch meteorologisch Jaarboek voor 1871. I. Deel. Utrecht, 1871; Quer-4°.

Journal für praktische Chemie, von H. Kolbe. N. F. Band V, 1. & 2. Heft. Leipzig, 1872; 8°.

Landbote, Der steirische. 5. Jahrgang, Nr. 5. Graz, 1872; 4°.

Landwirthschafts-Gesellschaft, k. k., in Wien: Verhandlungen und Mittheilungen. Jahrgang 1872, Nr. 5. Wien; 8°.

Michl, F., Schlesiens Bodenproduction und Industrie im Vergleiche mit den anderen Kronländern der österr.-ungar. Monarchie. Troppau, 1872; 8⁰.

Mittheilungen des k. k. techn. & administr. Militär-Comité. Jahrgang 1872, 2. & 3. Heft. Wien; 8⁰.

— aus J. Perthes' geographischer Anstalt. 18. Band, 1872, Heft II, nebst Ergänzungsheft Nr. 31. Gotha; 4⁰.

Nature. Nrs. 121—122, Vol. V. London, 1872; 4⁰.

Owen, Richard, A Cuvierian Principle in Palaeontology tested by Evidences of an Extinct Leonine Marsupial *(Thylacoleo carnifex.)* London, 1871; 4⁰. — On the Dodo (Part. II.) Notes on the Articulated Skeleton of the Dodo *(Didus ineptus)* in the British Museum. London, 1871; 4⁰. — Pterodactyles of the Liassic Formations. London, 1869; 4⁰.

Peschka, Gust. Ad. V., Der Indicator und dessen Anwendung. Brünn, 1871; Kl. 4⁰. — Popper's Anti-Incrustator. Berlin, 1869; 8⁰, — Über Wartung der Dampfkessel etc. Brünn, 1870; Kl. 4⁰. — Über die Wirksamkeit der Patent-Kesseleinlagen. Berlin, 1870; 8⁰. — Über die Priorität der Erfindung der Patent-Kesseleinlagen. Brünn, 1870; 4⁰.

Reichsanstalt, k. k. geologische: Verhandlungen. Jahrgang 1872, Nr. 3. Wien; 4⁰.

Report of Surgical Cases treated in the Army of the United States from 1865 to 1871. Washington, 1871; 4⁰.

„Revue politique et littéraire" et „La Revue scientifique de la France et de l'étranger". I[re] Année (2[e] Série), Nrs. 35—36. Paris & Bruxelles, 1872; 4⁰.

Societät, physicalisch-medicinische, zu Erlangen: Sitzungsberichte. 3. Heft. Mai 1870 bis August 1871. Erlangen, 1871; 8⁰.

Société Hollandaise des Sciences à Harlem: Natuurkundige Verhandelingen. III. verzameling. Deel I, Heft 4. Haarlem, 1872; 4⁰. — Archives Néerlandaises des sciences exactes et naturelles. Tome VI, 4[e]—5[e] livraisons. La Haye, Bruxelles, Paris, Leipzig, Londres & New-York, 1871; 8⁰.

— Impériale de médecine de Constantinople: Gazette médicale d'orient. XIV[e] Année, Nrs. 11—12; XV[e] Année, Nr. 1. Constantinople, 1871; 4⁰.

Société des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux: Mémoires. Tome VIII, 2e Cahier. Paris & Bordeaux, 1872; 8°.

— géologique de France: Bulletin. 2e série, tome XVIII. 1871. Nr. 3. Paris; 8°.

— d'histoire naturelle de Colmar: Bulletin. 11e Année. 1870. Colmar; 8°.

Society, The Asiatic, of Bengal: Journal. Part I, Nr. 2. 1871; Part II, Nr. 3. 1871. Calcutta; 8°. — Proceedings. 1871. Nrs. VIII—XI. Calcutta; 8°.

Verein, naturwissenschaftlicher, von Neu-Vorpommern und Rügen: Mittheilungen. III. Jahrgang. Berlin, 1871; 8°.

— naturwissenschaftl:, zu Bremen: Beilage Nr. 1 zu den Abhandlungen: Tabellen über den Flächeninhalt des Bremischen Staats etc. Bremen, 1871; 4°.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXII. Jahrgang, Nr. 8—9. Wien, 1872; 4°.

Zeitschrift des österr. Ingenieur- & Architekten-Vereins. XXIV. Jahrgang, 2. Heft. Wien, 1872; 4°.

Untersuchungen über die Zwischensubstanz im Hoden der Säugethiere.

Von **Franz Hofmeister,**
med. stud. in Prag.

(Aus dem physiologischen Institute der Universität zu Prag.)

(Mit 1 Tafel.)

Victor v. Ebner[1] hat neuerdings bei Gelegenheit seiner Untersuchungen über die Entwicklung der Spermatozoen die schon in früheren Bearbeitungen dieses Gebietes mehrfach berührte Zwischensubstanz des Hodens zum Gegenstande einer eingehenden Studie gemacht. Noch bevor ich von dieser Abhandlung Kenntniss erhielt, hatte ich, angeregt durch die widerspruchsvollen Angaben der älteren Literatur, mich der Untersuchung der Zwischensubstanz zugewandt, indem ich von der Ansicht ausging, dass die histologische und physiologische Bedeutung derselben am ehesten durch vergleichend anatomische Forschung festgestellt werden könnte. Da sich Ebner's Abhandlung vorzugsweise auf den Hoden der Ratte bezog, über die Zwischensubstanz von Maus, Kaninchen, Hund, Kater, Mensch jedoch nur wenige Anhaltspunkte lieferte, so versuchte ich es, auch die übrigen Säugethierordnungen in das Bereich unserer Kenntnisse zu ziehen und zugleich einige bisher nur nebenher berührte Punkte genauer zu studiren. Es standen mir Thiere der meisten unserer einheimischen Säugethierordnungen zu Gebote und zwar: ein Vielhufer (Eber), ein Zweihufer (Stier), ein Einhufer (Hengst), zwei Nagethiere (Ratte, Kaninchen), zwei Raubthiere (Hund, Dachs), ein Insectenfresser (Maulwurf), endlich der

[1] Untersuchungen aus dem Institute für Physiologie etc. in Graz, herausgegeben von Alexander Rollet. 2. Heft, pag. 200.

Mensch. Bei jedem einzelnen Thiere, von welchem mir frisches Material in genügender Menge vorlag, wandte ich die Mehrzahl der jetzt üblichen Härtungs- und Tinctionsmethoden an und suchte zugleich durch mikrochemische Reactionen der Deutung der Zwischensubstanz näher zu kommen. Unter den angewandten Methoden erwies sich das Ausschütteln mittelfeiner Schnitte behufs rascher Orientirung über Vorkommen und Vertheilung der Zwischensubstanz als besonders empfehlenswerth.

Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind im Folgenden zunächst für die einzelnen Thierspecies eingehend dargelegt, dann zum Schlusse, behufs einer versuchten Charakterisirung der Zwischensubstanz, nochmals kurz zusammengefasst.

Mensch. Die Zwischensubstanz im Hoden des völlig erwachsenen (über 24 Jahre alten) Menschen ist ziemlich reich entwickelt. Sie besteht aus membranlosen, kernhaltigen Zellen, die meist Fett und Pigment in sich enthalten und zu rundlichen oder elliptischen, von Bindegewebe umschlossenen Nestern angeordnet sind.

Zerzupft man aus einem möglichst frischen Hoden eine kleine Partie in Kochsalzlösung (1%), indem man die Samencanälchen unter Vermeidung jeder Verletzung auseinander zu ziehen trachtet, so gelingt es leicht, Zellen der Zwischensubstanz theils einzeln, theils in Gruppen zur Ansicht zu bekommen, welche bei dieser Behandlung eine blasse, doch deutlich begrenzte, fein granulirte Zellsubstanz aufweisen und meist ausser dem homogenen, sehr deutlichen Kern, stark lichtbrechende, mehr oder weniger gelblich gefärbte Körnchen einschliessen, die durch ihr optisches Verhalten sofort für Fetttröpfchen imponiren. Die Vertheilung derselben im Inneren der Zellen unterliegt keiner Regel. Öfter sammeln sie sich auf einer Seite des Kernes zu rundlichen Gruppen, oder sie füllen die halbe oder gar die ganze Zelle dicht aus; seltener sind sie über die ganze Zelle einzeln verstreut oder fehlen gänzlich.

Die Form der Zellen ist bei dieser Behandlung meist mehr cylindrisch und in die Länge gezogen als an erhärteten Präparaten; sind mehrere dicht an einander gelagert, so sehn sie losgelösten Cylinderepithelien nicht unähnlich. Manchmal sind sie an den Ecken zu kurzen Fortsätzen ausgezogen.

Präparate aus in Chromsäure gehärteten Hoden lassen die Zellen stärker granulirt, von Fetttröpfchen und gelbbraunem Pigment durchsetzt erscheinen. Die gröbere Granulirung, die blassen klaren Kerne, die Pigmenthäufchen, geben ihnen dann oft die grösste Ähnlichkeit mit pigmentreichen Ganglienzellen.

Die Form der einzelnen Zellen ist hier eine rundliche, polygonale, elliptische, vorzüglich wenn sie in rundliche Nester vertheilt sind, oder sie ist eine mehr gestreckte viereckige, wenn dieselben quaderförmig an einander liegen und strangförmig angeordnet sind.

Die runden, seltener elliptischen Kerne von ca. 8·5 μ im Durchmesser werden durch Chromsäure nicht verändert und zeigen meist 1 oder 2 deutliche, stark lichtbrechende Kernkörperchen. Die Zellen selbst, 12—25 μ lang, 6—15 μ breit, zeigen ausser der stets vorhandenen Granulirung und den erwähnten Fetttröpfchen meist eine wechselnde Anzahl von braunen Pigmentkörnchen. Sind diese von ansehnlicher Grösse, so lassen sie sich von den Fettröpfchen mit Leichtigkeit unterscheiden, die feinsten Körnchen jedoch zeigen von letzteren keine bestimmbaren Differenzen. Da Chromsäure auch den Fettkörnchen eine leicht gelbe Färbung verleiht, so ist ein genauer Nachweis der Pigmentirung nur an Alkoholpräparaten durchführbar. Die einzelnen Pigmentkörner können an Grösse bis an die der farbigen Blutkörperchen hinanreichen, bleiben jedoch für gewöhnlich viel kleiner; dieselbe Grösse können auch die Fetttröpfchen erreichen, ohne dass sie jedoch, wie zu erwarten stünde, jemals innerhalb der Zellen zu grösseren Tropfen zusammenzuflössen, was doch auf dem Objectträger, wenn sie durch Druck hervorgetrieben wurden, stets geschieht.

Fett und Pigment finden sich meist nebeneinander in derselben Zelle; ist dieses vermehrt, so ist jenes vermindert und umgekehrt, seltener ist blos eines von beiden vorhanden, so dass es den Anschein gewinnt, als könnten sie sich wechselseitig ersetzen, oder ständen gar in einem genetischen Zusammenhang.

Essigsäure lässt die Kerne deutlicher hervortreten, Jod färbt die frischen Zellen gelb, lässt aber Fett und Pigment ungefärbt; concentrirte Salpetersäure gibt den Zellen einen leicht gelblichen Stich. Osmiumsäure färbte in kurzer Zeit die stark lichtbrechen-

den Körnchen dunkel, die Zellen selbst erschienen scharf begrenzt, die Kerne granulirt bis zum Verschwinden des Kernkörperchens. Goldchlorid färbte bei schwacher Reduction Zellen und Kerne gleichmässig blass; gelang die Tinction, so erschien die Zellsubstanz sammt Fett und Pigment dunkel, der Kern wenig oder gar nicht gefärbt. In dünnen Lösungen von Chlorpalladium nahm die Zwischensubstanz eine bräunlichgelbe, der Inhalt der Samencanälchen eine dunkelbraune Farbe an, während die Hüllen der Samencanälchen und das sie verknüpfende Bindegewebe nur in dickeren Lagen gelbliche Färbung zeigten. An den einzelnen gefärbten Zwischenzellen bemerkte man öfter eine hellere Stelle, wahrscheinlich dem Kern entsprechend. Behandelte man hinterher mit Karmin, so färbten sich die Hüllen der Samencanälchen und das übrige Bindegewebe sehr rasch, während der Inhalt der Samencanälchen und die Zwischenzellen ihre Farbe nicht änderten.

Frische Präparate, mit Äther entsprechend behandelt, verloren den grössten Theil der stark lichtbrechenden Körnchen in den Zwischenzellen, ein Verhalten, das die anfangs auf Fett gestellte Diagnose bestätigt; da jedoch auch bei Behandlung mit Kalilösung ein Theil, namentlich der kleineren Körnchen verschwindet, können letztere vielleicht theilweise aus Albuminaten bestehen.

An Schnitten aus Chromsäure nehmen die Zwischenzellen bei Karminbehandlung nur sehr langsam Farbe an, und dann Zellenleib und Kern gleichmässig; Präparate, die aus in Alkohol gehärteten Hoden stammen, lassen bei derselben Behandlung Zellen und Kerne, letztere stets intensiver, gefärbt erscheinen. Das Fett bleibt, wie zu erwarten ist, von der Tinction ganz unberührt und verschwindet, wenn das Präparat mit Nelkenöl aufgehellt wird, fast vollständig. Mit Hämatoxylin färben sich an Präparaten aus Alkohol die Kerne deutlich, wenn auch viel blässer als jene des umgebenden Bindegewebes; die Zellsubstanz nimmt keine deutliche Farbe an.

Was die Vertheilung der Zwischensubstanz im Inneren des Hodens anbelangt, so fehlt dieselbe völlig in dem dichten Bindegewebe des *Corpus Highmori* und findet sich auch in den Septulis erst dort, wo diese zerfasern, und zwar in Gestalt von elliptischen,

oft selbst strangförmig ausgezogenen Nestern, die mit ihrem längeren Durchmesser der Richtung des Bindegewebes folgen. In diesen Nestern können die Zellen ganz dicht an einander liegen, oder auch durch Bindegewebszüge in kleinere Gruppen vertheilt sein, oder sie können durch Fibrillen gänzlich von einander geschieden erscheinen. Die Grösse dieser Nester kann, wenn man den Durchmesser der Samencanälchen als Einheit annimmt, diesen in der Länge um das 2—3fache übertreffen, pflegt jedoch in der Breite um $^1/_3$ oder $^1/_4$ hinter demselben zurückzubleiben. In selteneren Fällen besteht ein Nest blos aus wenigen, 3—4 Zellen.

Zwischen den Samencanälchen spielt das Bindegewebe beim Menschen noch eine ziemlich hervorragende Rolle und beschränkt die Zwischensubstanz auf rundliche, elliptische oder aber auch ganz unregelmässige Nester und Zellenlager, die manchmal blos 2—3 Zellen enthalten, öfter aber an Grösse den Querschnitt der Samencanälchen erreichen.

Häufig sind sie von zarten kernhaltigen Bindegewebsmembranen umhüllt und können so zu Verwechslungen mit Ganglien Veranlassung geben. Manchmal sind die Nester einseitig ausgezogen, namentlich wenn die Zellen ein durchtretendes Blutgefäss noch eine Strecke weit begleiten. Im Übrigen ist das Auftreten der Zwischensubstanz von der Verbreitung der Gefässe gänzlich unabhängig. Ist das Bindegewebe zwischen den Samencanälchen auf ein Minimum reducirt, so erscheint die Zwischensubstanz in den Lücken als Füllungsmasse, die natürlich auf dem Durchschnitt die Form der drei- oder viereckigen, mit ausgeschweiften Rändern versehenen Spalten nachahmt und von den Samencanälchen nur durch enge Lymphräume getrennt wird.

Ausser den bisher besprochenen Zellformen, die durch ihre Anordnung, ihre chemischen und morphologischen Eigenschaften sich unzweideutig als Analogon der bei anderen Säugethieren reichlicher entwickelten Zwischensubstanz manifestiren, finden sich in dem lockeren Bindegewebe des Hodens zahlreiche isolirt auftretende Zellen, die einestheils durch Form und Grösse, öfter auch durch deutlichen Fett- und Pigmentgehalt sich der Zwischensubstanz nähern, andererseits mit den sogenannten grobgranulirten

Zellen des Bindegewebes grosse Ähnlichkeit besitzen. So lange jedoch letztere bezüglich ihres Vorkommens und ihres Verhaltens gegen Reagentien nicht genauer studirt sind, lässt sich die Stellung der fraglichen Zellen nicht entscheiden. Einige Anhaltspunkte ergibt übrigens der entwicklungs-geschichtliche Befund.

Bei den übrigen Säugethieren zeigte die Zwischensubstanz innerhalb bestimmter Grenzen zahlreiche Verschiedenheiten. Dieselben bezogen sich vorzüglich auf die morphologischen Eigenschaften und die Anordnung der Zwischenzellen, während die chemischen Reactionen allenthalben übereinstimmende Resultate ergaben.

Was das morphologische Verhalten der Zwischenzellen anbelangt, so hat sich für die untersuchten Thiere an frischen und gehärteten Präparaten Folgendes herausgestellt:

Beim Maulwurf, von welchem Thiere mir ein ganz junges Exemplar vorlag, dessen Samencanälchen noch völlig von runden Zellen erfüllt waren, zeigte der Querschnitt durch den gehärteten Hoden die Samencanälchen allseits von dichten Zellenmassen umschlossen, so dass die Masse der letzteren fast jener der ersteren gleich zu kommen schien. Der ganze Hoden war von einer Schichte embryonalen, äusserst zahlreiche kleine Kerne zeigenden Bindegewebes, der Albuginea, umschlossen, die Wandungen der Samencanälchen bestanden aus ebenso beschaffenem Bindegewebe, das jedoch mit den oben erwähnten Zellenmassen durchaus keine Ähnlichkeit besass; letztere zeigten sich vielmehr in ihrem morphologischen und chemischen Verhalten der Zwischensubstanz ausgewachsener Säugethiere ganz analog. Ihre Elemente waren von Gestalt rundlich, elliptisch, auch wurstförmig, ihre Länge wechselte von 8—21, ihre Breite von 8—10 μ. An Präparaten aus Alkohol waren Kerne in den gelblich gefärbten, stark lichtbrechenden Zellen nur schwierig zu unterscheiden, leicht gelang dies jedoch an Präparaten aus Chromsäure, wo sie rundlich, blass, etwa 4 μ im Durchmesser, meist in der Zelle eine etwas excentrische Lage einnahmen. Sie waren nicht granulirt und zeigten häufig 1 oder 2 kleine Kernkörperchen. Um den Kern herum fanden sich gar nicht selten stark lichtbrechende Körn-

chen theils einzeln, theils in grösserer Anzahl, theils selbst die ganze Zelle ausfüllend.

Osmiumsäure färbte dieselben in kurzer Zeit dunkel, ein Beweis, dass es wirklich Fetttröpfchen waren, die schon bei diesem jungen Thier sich in den Zellen fanden.

Übrigens muss der Reichthum und die eigenthümliche Anordnung der Zwischensubstanz im vorliegenden Falle aus später einzusehenden Gründen auf die Jugend des untersuchten Thieres zurückgeführt werden und gestattet keinen Schluss auf ihr Verhalten im völlig entwickelten Hoden.

Beim Hund, von welchem Thiere ich Exemplare aus allen Altersperioden untersuchte, besteht die Zwischensubstanz aus Zellen von meist länglicher Gestalt, die reichlich Fetttröpfchen enthalten und vorwaltend strangförmig angeordnet sind. Frische, durch vorsichtiges Zerzupfen gewonnene Präparate zeigen an günstigen Stellen runde, blasse, bläschenförmige von Fettkörnern umgebene Kerne, die sich erst bei scharfer Einstellung als von einer sehr blassen, feinst granulirten Zellsubstanz umschlossen erweisen. Die Fetttröpfchen sind manchmal in geringer Zahl vorhanden, häufiger füllen sie die ganzen Zellen aus. Der Kern ist vollkommen klar, homogen und umschliesst 1 oder 2 Kernkörperchen, die an Glanz und Lichtbrechungsvermögen den Fetttröpfchen nur wenig nachstehen. Durch das aus der Zwischensubstanz und den Samencanälchen austretende Fett wird übrigens die Beobachtung im frischen Zustand sehr erschwert.

An Schnitten aus in Alkohol gehärteten Hoden erscheinen die Zellen 14—34 μ lang, 8—21 μ breit, grob granulirt, die 6—8 μ im Durchmesser haltenden Kerne sind von grober Granulirung, welche selbst die Kernkörperchen undeutlich macht. Chromsäure dagegen verändert die Zellen viel weniger; die Zellsubstanz ist nur blass granulirt, die Kerne homogen mit deutlichen Kernkörperchen, die Fetttröpfchen erscheinen unverändert.

Letztere sind von sehr variabler Grösse, übersteigen jedoch nie die Grösse eines farbigen Blutkörperchens und fliessen auch nie, mögen sie die Zellen noch so dicht gedrängt ausfüllen, zu grösseren Tropfen zusammen, was ausserhalb der Zellen leicht zu beobachten ist. Sie lassen sich, wie ich gleich hier einfügen

will, an frischen Präparaten durch Äther zum grössten Theil extrahiren.

Pigment konnte ich in der Zwischensubstanz des Hundes, selbst bei sehr alten Thieren nicht nachweisen.

Ganz ähnlich verhielt sich die Zwischensubstanz im Hoden des Dachses, von welchem Thiere mir ein schönes, völlig ausgewachsenes Exemplar zu Gebote stand.

Die einzelnen Zellen bestehen aus einer blassen, sehr fein granulirten Substanz, die, von zahlreichen, nicht pigmentirten Fetttröpfchen durchsetzt, einen runden homogenen, 1 oder 2, ausnahmsweise auch 3 oder 4 Kernkörperchen enthaltenden Kern einschliesst. Sie sind 12—20 μ selbst 30 μ lang, 7—16 μ breit; die Kerne halten 6—8 μ im Durchmesser. Die Form der Zellen ist seltener rund oder elliptisch, meist polygonal, spindel- oder birnförmig, öfter auch in lange Fortsätze ausgezogen, die jedoch den Charakter der Zellsubstanz bewahren. Dieselben erreichen nicht selten eine beträchtliche Länge (das 2—3fache der Zellenlänge), und können theils blind enden, theils mit ähnlichen Fortsätzen benachbarter Zellen anastomosiren, ein Zusammenhang jedoch mit Nervenfasern oder faserigen Elementen überhaupt ist nirgends nachweisbar.

Über die Zwischensubstanz im Hoden der Ratte gab Ebner eine ausführliche Schilderung, und wäre eine nochmalige Darstellung überflüssig; es sollen somit hier blos einige Punkte berührt werden, die Ebner übergangen hat oder bezüglich deren seine Ansichten mit den hier darzulegenden nicht im Einklange stehen.

Untersucht man den Rattenhoden frisch, am besten indem man eine kleine Partie mit der Scheere abträgt, in Kochsalzlösung (1%) ausschüttelt und so alle zwischen den Samencanälchen liegenden Gewebe isolirt, so erblickt man die Zellen der Zwischensubstanz in grosser Anzahl längs der Capillaren angeordnet. Ihre Zellsubstanz ist fein aber deutlich granulirt und schliesst 1—3 sehr deutliche homogene, mit Kernkörperchen versehene Kerne ein. Manchmal ist sie von wenigen aber unverkennbaren Fetttröpfchen durchsetzt, die ausnahmsweise auch die ganze Zelle erfüllen können. Dass diese grobe Granulirung, wie sich Ebner ausdrückt, wirklich zum grössten Theil von

Fett herrührt, beweist das Verhalten der granula gegen Osmiumsäure, welche die Zellsubstanz leicht-gelblich, die stark lichtbrechenden Tröpfchen jedoch rasch dunkel färbt.

Beim Kaninchen ist die Untersuchung der Zwischensubstanz mit grossen Schwierigkeiten verbunden. Einestheils ist dieselbe nur sehr spärlich entwickelt, anderentheils sind ihre Elemente jenen des Bindegewebes so ähnlich, dass eine scharfe Trennung zwischen Gerüst- und Zwischensubstanz nicht immer durchführbar erscheint.

Die zelligen Elemente, die man für die den Zwischenzellen anderer Säugethiere analogen Gebilde halten muss, finden sich meist zu scheidenartigen Umhüllungen der Capillargefässe, selten zu selbständigen, im Bindegewebe liegenden Strängen angeordnet; nur ausnahmsweise erhält man isolirte oder deutlich von einander abgegrenzte Zellen zu Gesicht.

Die letzteren, die sich an Chromsäurepräparaten noch am leichtesten beobachten lassen, zeigen in einer blassgranulirten Zellsubstanz runde, homogene, 1 oder 2 Kernkörperchen enthaltende Kerne. Selten finden sich 2 Kerne in derselben Zelle. Ihre Grösse ist 12—17 μ in der Länge, 6—10 μ in der Breite, die Kerne haben meist 5—6 μ im Durchmesser; doch finden sich hier wie auch bei der Ratte öfters kleinere, stärker lichtbrechende, mit Karmin sich stärker tingirende Kernformen.

Die Form der Zellen ist länglich, elliptisch, eiförmig oder birnförmig, der Kern sitzt gern in dem breiteren Ende.

Frisch untersucht zeigt die Zwischensubstanz dasselbe Verhalten wie aus Chromsäure, nur sind da ihre Zellen noch etwas blässer, die Contouren derselben kaum je deutlich zu umgrenzen.

Betrachtet man ein Capillargefäss mit seiner, aus scheinbar nicht von einander getrennten Zwischenzellen gebildeten Scheide, so zeigt die letztere ausser den sehr deutlichen, in regelmässigen Abständen sich findenden Kernen oft kleine, stark lichtbrechende Körnchen, die sich mit Osmiumsäure rasch färben und wohl für Fett anzusprechen sind. Dieselben treten nirgends in Gruppen oder Häufchen auf und bilden so einen Gegensatz zum Pigment, das sowohl bei jungen als bei älteren Thieren, wiewohl im Ganzen selten, in einzelnen Zellen aufzutreten und dieselben in Form

feiner bräunlicher, stark lichtbrechender Körnchen mehr oder weniger auszufüllen pflegt.

An Alkoholpräparaten zeigt die Zwischensubstanz die gewöhnliche Trübung und Granulirung.

Die den Hoden des Hengstes auszeichnende chocoladebraune Farbe wurde schon von Leydig [1] auf die Pigmentirung der Zwischensubstanz bezogen. In der That zeigt die mikroskopische Untersuchung die Zwischenräume zwischen den Samencanälchen in reichlichster Menge von Zellen ausgefüllt, die zum grössten Theil Pigmenthäufchen einschliessen. Sie sind mit Leichtigkeit zu isoliren und auch an ausgeschüttelten Präparaten schön zu studiren. Ihre Länge ist 20—40 M., ihre Breite 8—22 M., ihre Gestalt rundlich, polygonal, elliptisch, seltener langgezogen, spindel- oder birnförmig. Sie schliessen einen, seltener zwei runde oder elliptische, blasse Kerne ein von 8—10 M. im Durchmesser, die, mit 1 oder 2 Kernkörperchen versehen, meist in der Zelle eine ganz excentrische Lage dicht unter der Oberfläche haben oder gar halbkugelig über dieselbe hervorragen. An nicht ganz erhärteten Präparaten sieht man sogar die Kerne öfters aus den Zellen ausgetreten, indem sie an der Oberfläche derselben blos eine von gezackten Rändern umgebene Vertiefung zurücklassen. Sind 2 Kerne in derselben Zelle vorhanden, so liegen sie meist an entgegengesetzten Polen derselben.

Eigenthümlich für den Pferdehoden ist das regelmässige Auftreten von gelbbraunen Pigmenthäufchen in der Mitte der Zellen, die meist rundlich von Gestalt, bei oberflächlicher Betrachtung den Eindruck farbiger Kerne machen. Sie sind etwa von der Grösse des Kerns und bestehen aus feinen Pigmentkörnchen, die jedoch auch, wenngleich seltener, zerstreut über die ganze Zelle sich ausbreiten, sich zu 2 Pigmenthäufchen ansammeln oder endlich auch ganz fehlen können.

An Objecten, die zuerst in Chromsäure und dann in Alkohol gelegen waren, zeigten sich die Zwischenzellen in der Zellsubstanz homogener, stärker lichtbrechend, schärfer begrenzt als an Präparaten, die blos mit Alkohol behandelt worden waren.

---

[1] Lehrbuch der Histologie, pag. 495.

Der Hoden des Stiers zeigt frisch auf dem Durchschnitt eine schön gelbe Farbe, ähnlich jener des *Panniculus adiposus*. Sie rührt von dem Fettgehalt der Zwischensubstanz her, die hier, wenn auch nicht in solchen Massen wie beim Hengst, doch in bemerkenswerther Menge auftritt. Die Bestandtheile derselben sind jedoch im frischen Zustande gar nicht scharf zu sondern. An Präparaten, die durch Schütteln vom Inhalt der Samencanälchen befreit wurden, sieht man zwischen diesen nur trübe, von zahlreichen Fetttröpfchen durchsetzte Massen, in denen Essigsäure runde Kerne deutlich macht, die sich von jenen des Bindegewebes leicht unterscheiden lassen. Aufbewahren in Alkohol oder Chromsäure macht jedoch die Zellen in wenigen Tagen deutlich.

Ihre Form ist vorwaltend rundlich und elliptisch, seltener walzenförmig; sie umschliessen 1 oder 2 runde Kerne mit 1 oder 2 Kernkörperchen. Ihre Länge schwankt zwischen 12—30, ihre Breite von 8—19 μ. Der Durchmesser der Kerne, 7 μ, ist ziemlich constant. Die Zellsubstanz ist an Chromsäurepräparaten gelblich gefärbt, blass granulirt, der Rand der Zellen glatt, die Kerne blass, homogen, die einzelnen Zellen durch enge Zwischenräume von einander getrennt. Um den Kern herum finden sich stark lichtbrechende, mit Osmiumsäure sich rasch färbende Tröpfchen von gelblicher Farbe, theils in grössern, selbst die ganze Zelle ausfüllenden Haufen, theils vereinzelt, selten fehlen sie ganz.

An Alkoholpräparaten findet man Zellen und Kerne grob granulirt, die ersteren oft zusammengeflossen, oder an den Rändern unregelmässig gezackt. Der Fettgehalt ist minder deutlich wahrnehmbar.

Im Hoden des Ebers sind die Elemente der Zwischensubstanz 8—17 μ lange, 4—15 μ breite Zellen, die einen runden Kern von 4—6 μ mit 1 oder 2 Kernkörperchen einzuschliessen pflegen. Sie lassen sich schon frisch untersucht von den Elementen der Samencanälchen leicht unterscheiden. Ihre Gestalt ist oval, die Zellsubstanz blass granulirt, pigment- und anscheinend auch fettfrei, denn nur in dickeren Lagen zeigt sie eine feinkörnige Trübung. Der Kern sitzt im breiteren Ende der Zellen, ist homogen, blass; isolirte Zellen sind kleinen Nervenzellen nicht unähnlich. Ob jedoch der Mangel an Fett und Pig-

ment nicht blos in der Jugend der beiden untersuchten Thiere (obgleich die Samencanälchen von Spermatozoën wimmelten) seinen Grund hat, musste vorläufig, da auch Gold- und Osmiumsäurebehandlung kein für Anwesenheit von Fett sprechendes Resultat ergab, unentschieden bleiben.

An Schnitten aus in Alkohol gehärteten Hoden sind die Zellen rundlich, elliptisch, häufig viereckig, grob granulirt, jedoch mit ziemlich kleinen Kernen.

Sind 2 Kerne in derselben Zelle vorhanden, so liegen sie einmal dicht nebeneinander, ein andermal an entgegengesetzten Stellen. Präparate, die aus einem Hoden stammten, der zuerst in Chromsäure und dann in Alkohol aufbewahrt worden war, zeigten die Zellen viel weniger granulirt, fast homogen, die Ränder scharf und glatt begrenzt, die Kerne etwas blässer als die gelbliche Zellsubstanz.

Bezüglich des Verhaltens der Zwischensubstanz gegen Reagentien ist Folgendes zu berichten:

Verdünnte Essigsäure veränderte die frischen Zellen von Hund, Ratte, Kaninchen, Eber nicht merklich, höchstens liess sie. wie auch beim Stier, die Kerne etwas deutlicher hervortreten.

Jodlösungen färbten an frischen Präparaten die Zellsubstanz bräunlichgelb (Hund, Ratte, Stier, Eber), bei der Ratte nahmen die Kerne an der Tinction nicht Antheil und blieben als helle Kreise in den gefärbten Zellen sichtbar.

Concentrirte Salpetersäure gibt der Zellsubstanz einen leicht gelblichen Stich.

Chromsäure und ihre Salze sind in ihren Wirkungen als Härtungsmittel bereits oben besprochen. Als Tinctionsmittel in starker Lösung angewendet, färbte chromsaures Kali die Zellsubstanz der Zwischenzellen im Hoden der Ratte intensiv gelb, während die Kerne frei blieben.

Bei Behandlung mit Karminammoniak nahmen an Präparaten aus Alkohol die Kerne der Zwischenzellen rasch und intensiv Farbe an, während die Zellsubstanz sich wenig oder gar nicht färbte (Maulwurf, Kaninchen, Hengst, Stier, Eber). Ebenso verhielten sich frische Zwischenzellen der Ratte. An Chromsäurepräparaten ging die Imbibition in denselben Lösungen ungleich langsamer vor sich, u. z. tingirten sich bei Maulwurf und Hund

Zellsubstanz und Kerne ziemlich gleichmässig, bei Ratte und Stier die erstere sogar etwas dunkler.

Ebenso verhielten sich Präparate, die von Hoden stammten, die zuerst in Chromsäure und dann in Alkohol gelegen hatten (Hengst, Eber).

Mit Osmiumsäure behandelt nahmen die Zellen eine gelblichgraue bis bräunliche Färbung an, beim Hengst beschränkte sich dieselbe auf die Zellsubstanz und liess die Kerne frei, ein Verhalten, das möglicherweise bei den übrigen Thieren nur aus zufälligen Gründen nicht wahrgenommen wurde. Die bei der Mehrzahl der untersuchten Thiere sich in den Zellen findenden, stark lichtbrechenden Tröpfchen nahmen in kürzester Zeit eine intensiv dunkle Farbe an, ebenso die Pigmentkörnchen im Hoden des Hengstes. (Bekanntlich färben sich auch rothe Blutkörperchen mit Osmiumsäure dunkel.)

Bei Behandlung mit Goldchlorid wurde bei kräftiger Tinction die Zellsubstanz und das in ihr enthaltene Fett schön dunkelroth, während die Kerne stets blässer blieben (Hund, Dachs, Ratte, Hengst, Stier, Eber); bei schwächerer Reduction war wohl dieser Unterschied noch manchmal zu bemerken (Kaninchen), in anderen Fällen jedoch ziemlich verwischt (Hund). Auch die Fetttröpfchen zeigten dann nicht die sonst wahrnehmbare dunkle Färbung (Hund, Stier). Beim Hengst, bei dem die Reaction auch an Alkoholpräparaten sehr deutlich war, färbte sich überdies das Pigment intensiv schwarzroth.

Die Aufhellung der Präparate mit Nelkenöl machte das Fett innerhalb der Zellen verschwinden, während es das scharfe Hervortreten des Pigmentes (Hengst) nicht schmälerte. An mit Karmin imbibirten Alkoholpräparaten lässt es die gefärbten Kerne besonders schön hervortreten.

In Bezug auf die Anordnung der Zwischensubstanz bei den einzelnen Thieren ergab sich Folgendes:

Beim Hunde ist im Allgemeinen das von Leydig angegebene Gesetz der Vertheilung derselben längs der Gefässe giltig.

Im *Corpus Highmori* jedoch und in den Septulis tritt sie ausnahmsweise in Form von Zellgruppen auf, die von variabler Gestalt, ohne besondere Bindegewebshülle, bald aus dicht-

gedrängten Zellen bestehen, bald durch Bindegewebszüge in kleinere nesterartige Gruppen zertheilt werden. Die Form dieser Zellgruppen, meistens oval oder elliptisch, kann sich auch strangförmig ausziehen, ihre Grösse wechselt von wenigen Zellen (2—3) bis zu Zellenlagern, die die Breite eines Samencanälchens erreichen und dieselbe in der Länge noch dreifach übertreffen. Derartig zu Gruppen angeordnete Zellen sind gewöhnlich durch lichte Zwischenräume getrennt, von Gestalt unregelmässig, sichelförmig, birnförmig etc., stets aber so zusammengestellt, dass sie sich gegenseitig zu rundlichen Gruppen ergänzen. Häufig beobachtet man auch eine Tendenz zur Reihenbildung, in welchem Falle meist viereckige Zellen quaderförmig an einander gelagert sind. Consequent durchgeführt zeigt sich jedoch diese Anordnung erst in den sogenannten Zellensträngen.

Die Septula senden nämlich allseits zwischen die Samencanälchen feine Bindegewebszüge, die sich wiederum verästeln und nach allen Seiten Fasern aussenden. Zwischen diese nun eingelagert, erreicht die Zwischensubstanz ihre höchste Entwicklung, so zwar, dass sie an Masse den übrigen Geweben zwischen den Samencanälchen gleichkommen oder sie gar übertreffen kann. Sie erscheint hier vorwaltend im Typus der Zellstränge (Henle). Dieselben bestehen aus quaderförmig in der Richtung ihrer Längsachse aneinandergereihten Zellen, von denen die am Ende gelegenen sich keilförmig zuzuspitzen pflegen. Häufig ist dann ein solcher Strang von Bindegewebe umschlossen und scheint sich deshalb öfters an den Enden in Fasern auszuziehen. Die Breite eines Zellstranges kann auch 2 oder 3 Zellen betragen, doch ist dann seine Form weniger charakteristisch.

Die Richtung der Zellstränge ist stets jener des Bindegewebes parallel, daher einestheils parallel den Samencanälchen, anderseits senkrecht auf dieselben gestellt. Sie füllen meist zu dreien, vieren neben einander liegend und von Bindegewebe umhüllt die Zwischenräume zwischen den Samencanälchen aus und ihr Querschnitt hat dann naturgemäss die Form dieser 3-, 4- oder mehreckigen, von ausgeschweiften Rändern begrenzten Lücken. Wenn diese durch Krümmungen der Samencanälchen oder Theilungen der Gefässe weiter werden, so kann die Zwischensubstanz sich in ihnen zu grösseren Gruppen anhäufen.

Auch das lockere Bindegewebe um die grösseren Gefässe zeigt reichlich Zellstränge und die Capillaren sind von ihnen mehr oder weniger vollständig umhüllt.

Bei manchen Thieren waren die Zellgruppen und Zellstränge so reichlich von Fettkörnchen durchsetzt, dass die Grenzen der einzelnen Zellen völlig verschwanden und selbst die Kerne erst durch Karminimbibition wahrnehmbar wurden; doch kommen auch Fälle vor, wo das Fett nur mässig entwickelt ist und doch zwischen deutlich sichtbaren Kernen Zellgrenzen sich nicht nachweisen lassen.

Hie und da finden sich im Bindegewebe ausser den Zwischenzellen noch einzelne zellige Elemente verstreut, die, wenngleich von Gestalt abweichend, doch in mehreren anderen Beziehungen, namentlich durch ihren Fettgehalt, sich denselben nähern. Über ihre Natur können nur weitere Untersuchungen entscheiden.

Beim Dachs ist die Zwischensubstanz meist zu breiten Strängen angeordnet, in denen die spindelförmigen, mit langen Fortsätzen versehenen Zellen in Überzahl vorkommen. Sie sind dann so angeordnet, dass die ausgebauchte kernhaltige Mitte zwischen die schmalen Fortsätze der Nachbarzellen zu liegen kommt. Zellstränge von blos einer Zelle Breite kommen seltener vor, zeigen dann aber denselben Charakter wie beim Hunde. Ausserdem finden sich auch längliche nesterartige oder unregelmässig gestaltete Zellgruppen zwischen den Samencanälchen, die von den Gefässen unabhängig im Übrigen dasselbe Verhalten zeigen wie beim Hunde.

Obgleich an Goldpräparaten, an denen diese Beobachtungen gemacht wurden, die einzelnen Zellen meist sehr deutlich differenzirt sind, so finden sich doch manchmal Nester und Stränge, an welchen die Kerne in eine diffus gefärbte Masse eingelagert erscheinen, ohne dass zwischen ihnen Zellcontouren nachweisbar wären. Die Bedeutung dieses Verhaltens ist hier ebensowenig klar wie beim Hunde.

Zu der anschaulichen Schilderung Ebner's von der Vertheilung der Zwischensubstanz im Hoden der Ratte bleibt nur wenig nachzutragen. Ebner fasst (wie auch Frey)[1] das Binde-

[1] Histologie und Histochemie pag. 607.

gewebe zwischen den Samencanälchen mit der Zwischensubstanz unter dem Namen Gerüstsubstanz zusammen. Ich kann mich jedoch im Hinblick auf den Befund der Zwischensubstanz bei anderen Thieren vorderhand nicht entschliessen, sie als einen Bestandtheil des Bindegewebes des Hodens aufzufassen und möchte vielmehr das aus Zellen und Fasern oft ganz eigenartig aufgebaute Bindegewebsgerüst, wie es sich unter wechselnden Formen vom *Corpus Highmori* bis zu den *Tunicae propriae* in continuo erstreckt, als Gerüstsubstanz der in dasselbe eingelagerten, aus Zellen vorwaltend epithelialen Charakters bestehenden Zwischensubstanz entgegensetzen.

Auch der Angabe Ebner's, derzufolge die sogenannten Verbindungsbrücken von den Zellsträngen fundamental verschieden sein sollten, kann ich nicht beistimmen, sie sind nur vorwaltend aus Bindegewebe gebildet und enthalten blos spärliche Zwischenzellen. Eine definitive Darlegung dieser Verhältnisse kann übrigens erst nach einer minutiösen Untersuchung der Bindesubstanzen des Hodens geliefert werden.

Beim Kaninchen ist die Anordnung der Zwischensubstanz eine durchaus eigenthümliche. Im *Corpus Highmori* fehlt sie völlig, in dem mehr lockeren Bindegewebe der Septula findet sie sich, wenngleich selten in Gestalt von Strängen, die nur eine Zelle breit, beiderseits zugespitzt, sich öfter zu 2, 3 oder gar 5 an einander legen. Die Zellen sind in denselben von einander nicht durch deutliche Zellgrenzen getrennt, nur die Kerne, die in gleichmässigen Abständen angeordnet sind, bleiben stets deutlich. Da solch ein Strang gern auch von zartem kernhaltigen Bindegewebe umhüllt wird, so kann er selbst das Ansehen eines Capillargefässes darbieten. Am reichsten findet sich die Zwischensubstanz an den Gefässen. Kleine Arterien und Venen werden von Zellsträngen begleitet, die Capillaren jedoch von der Zwischensubstanz völlig eingehüllt und erhalten so das Ansehen von Epithelschläuchen (Boll). Bei mittlerer Einstellung sieht man dann das Lumen von scharfen Contouren mit alternirend gestellten, elliptischen Kernen umgrenzt, nach aussen davon beiderseits eine Zone granulirter Zwischensubstanz mit den runden, klaren Kernen; diese zeigt wiederum nach aussen eine scharfe Grenz-

linie, in die elliptische Kerne eingelassen sind und die dem umhüllenden Bindegewebe angehört.

Bei höherer oder tieferer Einstellung sieht man auch Kerne der Zwischensubstanz ober- und unterhalb des Lumens.

Manchmal breitet sich die Zwischensubstanz an Theilungsstellen der Gefässe oder in grösseren Lücken zwischen den Samencanälchen etwas aus, oder es begleiten Stränge ein grösseres Gefäss, in beiden Fällen sieht man sie auf dem Durchschnitt als drei- oder viereckige Anhäufung von Zellen in der Form der quergetroffenen Lücke.

Im Hoden des Hengstes ist die Zwischensubstanz von allen untersuchten Thieren am reichsten entwickelt, sie mag beim erwachsenen Thiere etwa ein Drittel des ganzen Hodens ausmachen. Sie fehlt übrigens im *Corpus Highmori*, sowie in dem die Gefässe begleitenden Bindegewebe, das ohne die gewöhnliche strahlenförmige Anordnung sich auf dem Durchschnitt in Gestalt einer weissen Marmorirung von der braunen Unterlage abhebt.

Nur wo die Bindegewebszüge sich verästeln und allenthalben Fortsätze zwischen die Samencanälchen senden, finden sich stellenweise runde, polygonale, elliptische, oder fast strangförmige Nester in dieselben eingebettet. Sie folgen mit ihrer Längsachse der Richtung des Bindegewebes und erreichen keine bemerkenswerthe Grösse. Zwischen den Samencanälchen, wo die Gerüstsubstanz auf wenige bandartige, wellig verlaufende Fasern reducirt ist, füllt die Zwischensubstanz alle Räume zwischen den Samencanälchen völlig aus und wird von ihnen nur durch schmale Lymphräume getrennt. Die Anordnung der einzelnen Zellen ist keine regelmässige; längs der Lymphräume liegen sie oft epithelartig aneinander, in der Mitte der die Form der Lücken nachahmenden Querschnitte sind sie jedoch ganz ohne Gesetz aneinander gedrängt. Dort, wo sie mit fibrillärem Bindegewebe in Berührung kommen, zeigen sie reihenförmige Anordnung, nirgends aber typische Strangformen.

Die Gefässe werden von der Zwischensubstanz ebenso umkleidet wie die Samencanälchen selbst; die Capillaren verlaufen längs der Hülle der Samencanälchen und sind blos einseitig von Zwischenzellen belegt.

Auch beim Stier treten erst in den feineren, von den Septulis ausgehenden Bindegewebszügen kleinere oder grössere, locker zusammenhängende, elliptische Zellgruppen vom Charakter der Zwischensubstanz auf, daneben häufig vereinzelte Zellen, deren Natur bisher nicht näher zu bestimmen war. In seinen letzten Ausbreitungen verschwindet dann das Bindegewebe den reichen Massen der Zwischensubstanz gegenüber, welche die Lücken und Spalten zwischen den Samencanälchen diffus ausfüllen und nur hin und her durch Lymphräume von den Wandungen derselben getrennt werden. Wo in Folge dichten Aneinanderliegens der Canälchen die Zwischensubstanz nur auf schmale Brücken reducirt ist, zeigen ihre Elemente mehr gestreckte, walzen- oder spindelförmige Gestalten.

In den weiteren, 3—4eckigen, von ausgeschweiften Rändern umgrenzten Lücken ist die Anordnung der Zellen ziemlich regellos; meist von polygonaler Gestalt, liegen sie dicht aneinander gedrängt, etwa wie Zellen in tieferen Lagen eines mehrschichtigen Epithels und werden nur manchmal von feineren Bindegewebsfäden durchzogen. Stränge mit quaderförmiger Anordnung der Zellen sind selten.

Im Bindegewebe, das grössere Gefässe begleitet, findet sich Zwischensubstanz in Form von Zellgruppen; fehlt es, so umkleiden Zwischenzellen in ähnlicher Weise wie bei der Ratte die Gefässwand, indem sie meist mit einem schmal ausgezogenen Ende sich an dieselbe anschmiegen, mit dem anderen breiteren frei von ihr abstehen.

Auch hier sind die Capillaren in keiner Weise hervorragend bedacht, ihre Lage ist dicht an der Wand der Samencanälchen.

Beim Eber tritt wie bei den letztbesprochenen Thieren die Zwischensubstanz erst in den peripheren Ausbreitungen des Bindegewebes auf und zwar in Form von Zellensträngen, die aus einer einfachen oder doppelten Reihe quaderförmig gruppirter Zellen bestehen und der Richtung des Bindegewebes folgen. Die einzelnen Elemente sind öfters so angeordnet, dass ihre Durchmesser von einer gewissen Stelle an stetig abnehmen und so den Strang keilförmig abschliessen.

In ihrem vollen Reichthum zeigt sich die Zwischensubstanz erst dort, wo das Bindegewebe ganz fehlt und sie die Räume

zwischen den Samencanälchen dicht ausfüllt. Wo diese Massen, die sich auf dem Durchschnitt in bekannter Weise präsentiren, an die Samencanälchen oder die sie umgebenden Lymphräume angrenzen, zeigen sich die Zellen epithelartig aneinander gelagert; wo sie mit fibrillärem Bindegewebe in Berührung stehen, zeigen sie Tendenz zu reichhaltiger Anordnung, im Übrigen folgen sie keinem bestimmten Gesetze.

Eigenthümlich ist es, dass die Lagerung der Zellen auf ihre Grösse von Einfluss zu sein scheint, denn nicht blos, dass die Stränge sich gegen das Ende zu verjüngen pflegen, sondern überall, wo die Zellen an faseriges Bindegewebe angrenzen, sind sie kleiner, daher auch die Elemente der Zellstränge im Ganzen kleiner sind als jene der diffusen, zwischen die Samencanälchen eingelagerten Massen.

Grössere Gefässe, die eine bindegewebige Adventitia besitzen, sind öfters von Zellsträngen begleitet anzutreffen; wo ihnen die bindegewebige Umhüllung fehlt, werden sie von Zwischensubstanz ebenso umkleidet wie die Samencanälchen. Die Capillaren liegen den letzteren unmittelbar an.

Während bei den meisten bis jetzt besprochenen Thieren sich im Bindegewebe des Hodens zellige Elemente fanden, die ihrer histologischen Bedeutung nach unbekannt, als Übergangsformen vom Bindegewebe zur Zwischensubstanz gedeutet werden könnten, so konnte ich dieselben im Hoden von Hengst und Eber nirgends nachweisen, und scheinen somit bei diesen Thieren beide Gewebsarten unvermittelt nebeneinander zu bestehen.

Fassen wir nun die angeführten Beobachtungen zusammen, so ergibt sich zunächst die Bestätigung einer Angabe Leydig's[1], der zufolge die Zwischensubstanz einen integrirenden Bestandtheil des Säugethierhodens darstellt. Ausser den hier besprochenen Thieren ist das Vorhandensein derselben noch nachgewiesen: bei Vespertilio und Vesperugo (Leydig), beim Kater (Leydig,

[1] A. a. O.

Ebner) und bei der Maus (Ebner), somit im Ganzen bei dreizehn Säugethieren aus der Mehrzahl der Ordnungen. Einen Schluss auf ihr allgemeines Vorkommen gestattet auch der entwicklungsgeschichtliche Befund.

Die Elemente der Zwischensubstanz zeigen bei allen untersuchten Thieren gewisse gemeinsame Eigenschaften. Form und Grösse variiren freilich bedeutend, doch gilt im Allgemeinen die rundliche Gestalt mit den durch Druckverhältnisse aus derselben abzuleitenden Formen als vorherrschend, und im Hinblick auf die Grösse lässt sich eine Abhängigkeit derselben von der Grösse der betreffenden Säugethierspecies nicht verkennen.

In ihren chemischen und optischen Eigenschaften zeigen jedoch die Zwischenzellen die grösste Übereinstimmung.

Die eigentliche Zellsubstanz ist an frischen Präparaten stets blass, fein granulirt; der Kern rund, selten elliptisch, homogen, meist mit ein oder zwei stark lichtbrechenden Kernkörperchen. In den Zellen findet sich bei der grossen Mehrzahl der untersuchten Thiere Fett in Tröpfchen eingelagert. Beim Hengst war nur Pigment, beim Eber weder Pigment noch Fett nachweisbar, doch könnte dies auch von individuellen Verschiedenheiten abhängen.

Pigment fand sich reichlich bei älteren Männern, beim Hengst, spurenweise bei Kaninchen von jedem Alter. Ausserdem sah Leydig Fett beim Kater, und wie aus seinen Angaben erhellt, wahrscheinlich auch bei Vespertilio und Vesperugo.

Es scheint somit der Zwischensubstanz eigenthümlich zu sein, Fett und Pigment in sich erzeugen zu können. Doch scheint die Fettbildung schon frühzeitig einzutreten, da der ganz junge Maulwurf (s. oben), sowie mehrere junge Hunde (von circa drei Monaten), die ich darauf hin untersuchte, bereits reichliches Fett in den Zwischenzellen zeigten.

Reagentien hatten auf die Zellen der Zwischensubstanz fast bei allen untersuchten Thieren den gleichen Einfluss. Essigsäure verändert die Zellen wenig, lässt höchstens die Kerne etwas stärker hervortreten, Jodlösung und concentrirte Salpetersäure färben die Zellsubstanz gelb. Chromsäure und ihre Präparate verändern die Zellen wenig, die Zellsubstanz bleibt blass granulirt, der Kern homogen, Fetttröpfchen und Kernkörperchen werden nicht verändert, Alkohol dagegen macht Zellsubstanz und Kerne grob

granulirt, die Fetttröpfchen und Kernkörperchen minder deutlich. Präparate aus Chromsäure färben sich mit Karminammoniak nur langsam, die Kerne meist schwächer als die Zellsubstanz, solche aus Alkohol imbibiren sich unter sonst gleichen Bedingungen rasch und intensiv, die Kerne stets stärker als der eigentliche Zellenleib. Osmiumsäure macht vorhandenes Fett sehr deutlich, Nelkenöl macht es verschwinden. Auch Pigment wird von Osmiumsäure dunkel gefärbt. Goldchlorid färbt bei kräftiger Tinction Zellsubstanz und Fett ziemlich stark, Pigment besonders intensiv, Kern und Kernkörperchen bleiben stets blässer.

Was die Vertheilung anbelangt, so zeigt die Zwischensubstanz dem Bindegewebe gegenüber ein fast antagonistisches Verhalten. Wo dieses fehlt, ist sie reichlich, wo es stark entwickelt, ist sie spärlich vertreten. Dass sie sich längs der Gefässe findet, wie Leydig als Regel betrachtet, ist wohl dem Umstande zuzuschreiben, dass diese in den Spalträumen zwischen den Samencanälchen verlaufen. Ausgenommen ist blos der Kaninchenhoden, bei dem die Vertheilung längs der Gefässe eine durchaus eigenthümliche ist. Bei einzelnen Thieren erscheint die Zwischensubstanz vorwaltend in Form von Strängen (Hund, Kaninchen, Dachs etc.), bei anderen in Form von Nestern (Mensch), bei anderen füllt sie die Räume zwischen den Samencanälchen diffus aus (Hengst, Stier, Eber etc.). In letzterem Falle ist sie quantitativ am mächtigsten entwickelt.

Über die histologische Bedeutung der Zwischensubstanz gehen die Urtheile der Forscher weit auseinander. Henle fand bei ihr grosse Ähnlichkeit mit nervösen Gebilden, die späteren Untersucher brachten sie mehr oder weniger eng mit den Bindesubstanzen in Verbindung. Da Kölliker[1] die Zwischensubstanz direct dem embryonalen Bindegewebe vergleicht, und Fett- und Pigmentbildung als einen späteren Vorgang auffasst, so suchte ich mir über die Jugendzustände der Zwischenzellen durch Untersuchung von Embryonen und jungen Thieren Aufklärung zu verschaffen.

Die interessanten Ergebnisse derselben will ich hier nur insoweit erörtern, als sie für die Deutung der Zwischensubstanz

[1] Handbuch der Gewebelehre. V. Aufl. pag. 524.

von Wichtigkeit sind, die detaillirtere Besprechung mir aber für später vorbehalten.

Beim 4monatlichen menschlichen Embryo zeigen sich im Hoden drei ganz verschiedene Gewebe. Die soliden Samencanälchen von etwa 50 μ im Durchmesser (beim Erwachsenen 160—180 μ) strahlen vom *Corpus Highmori* aus gegen die Albuginea, ohne jedoch dieselbe zu erreichen; sie sind fast gar nicht gewunden und entfernen sich gegen die Peripherie zu immer mehr von einander. Ihre Wandungen sowie die Albuginea bestehen aus wenig fibrillärem, von sehr zahlreichen kleinen Kernen durchsetztem Bindegewebe. Zwischen den Samencanälchen und der Albuginea breiten sich massenhaft zellige Elemente aus, die durch Grösse (10—30 μ lang, 6—12 μ breit, der Kern 6—8 μ im Durchmesser) und Reactionen sich den später nachweisbaren Zwischenzellen ebenso ähnlich erweisen, wie sie von dem umgebenden Bindegewebe und den Elementen der Samencanälchen verschieden erscheinen. Ihre Menge macht hier etwa zwei Drittel des ganzen Hodens aus.

Beim 7monatlichen Fötus sind die Samencanälchen circa 60 M. breit, stark gewunden und reichen überall bis zur Albuginea. Bindegewebige Septula durchziehen den Hoden und durchsetzen die zwischen den Samencanälchen aufgespeicherten Zellenlager, die nunmehr blos auf etwa zwei Fünftel des Hodens reducirt sind.

Beim 1jährigen Knaben ist das Bindegewebe noch reicher entwickelt, die Zellenmassen von demselben eingeschlossen, sind noch mehr in den Hintergrund gedrängt.

Der Hode des circa 8jährigen Knaben zeigt die fraglichen Zellen nur noch in geringer Menge (circa $^1/_{10}$) und zwar theils in wenig abgeschlossenen Gruppen, theils aber auch die Zellen isolirt durch das Bindegewebe zerstreut. Da nun die Zwischensubstanz bei 20jährigen oder noch älteren Individuen relativ reicher entwickelt ist, so scheint entsprechend Kölliker's Ansicht in den Pubertätsjahren wieder ein Wachsthum derselben stattzufinden.

Dass diese Entwicklungsverhältnisse auch bei anderen Thieren Geltung haben, konnte ich aus der Untersuchung des oben besprochenen Maulwurfhodens, sowie der Hoden von jun-

gen Hunden, Kälbern etc. entnehmen. Überall zeigte sich die Zwischensubstanz beim neugebornen Thiere reicher als zu Beginn der Pubertätsperiode.

Diese Beobachtungen dürften wohl zu der Annahme berechtigen, dass die Zwischensubstanz im Hoden erwachsener Thiere hervorgeht aus jenen Zellenmassen, die im Embryonalleben zunächst den Hoden zum grössten Theil ausmachen, später aber durch die Entwicklung der Samencanälchen und der Gerüstsubstanz mehr oder weniger in den Hintergrund gedrängt werden. Weiterhin ergibt sich, dass der Zwischensubstanz mindestens jene Unabhängigkeit vom Bindegewebe zuzusprechen ist, die Toldt [1] für das Fettgewebe in Anspruch nimmt.

Eine eingehendere Deutung der Zwischensubstanz wird erst dann möglich sein, wenn einestheils die Entwicklung des Hodens von seinen ersten Anlagen an bekannt, anderentheils auch das Bindegewebsgerüste desselben mit seinem merkwürdigen Formenreichthum genauer studirt sein wird.

[1] Sitzungsberichte der Wiener Akademie. Bd. LXII. 1870.

Erklärung der Abbildungen.

1. Zellen der Zwischensubstanz vom Erwachsenen, frisch in Kochsalz (1%). 3/VIII. Hartnack.
2. Ein Zellennest ebendaher, aus Chromsäure, Glycerinpräparat. 3/VIII.
3. Zellstränge aus dem Hoden des Hundes; Chromsäure, Glycerinpräparat 3/VIII.
4. Zellenlager in einen Zellstrang sich ausziehend, ebendaher; Chromsäure, Glyc. 3/VIII.
5. Zellstränge und einzelne Zellen der Zwischensubstanz vom Dachs. Goldpräp. 3/VIII.
6. Zwischenzellen der Ratte, frisch. 3/VIII.
7. Dieselben, jedoch fetthaltig, nach Osmiumsäurebehandlung. 3/VIII.
8. Isolirte Zwischenzellen vom Kaninchen, aus Chromsäure. 3/VIII.
9. Ein Zellstrang ebendaher. 3/VIII.
10. Ein Capillargefäss mit seiner Scheide von Zwischensubstanz ebendaher, 3/VIII.
11. Zwischenzellen aus dem Hoden des Hengstes. Chromsäure und Alkohol. Glycerinpräparat. 3/VIII.
12. Ein ausgeschüttelter Schnitt, ebendaher. 3/V.
13. Zellen der Zwischensubstanz aus dem Hoden des Stieres, frisch. 3/VIII.
14. Zellen der Zwischensubstanz vom Eber, frisch. 3/VIII.
15. Dieselben in natürlicher Gruppirung aus einem zuerst in Chromsäure, dann in Alkohol aufbewahrten Hoden. 3/VIII.

Fig. 3

Fig. 5.

Lith. v. M. [illegible]

VIII. SITZUNG VOM 14. MÄRZ 1872.

In Verhinderung des Präsidenten führt Herr Hofrath Freiherr v. Burg den Vorsitz.

Der Secretär legt folgende eingesendete Abhandlungen vor:

„Über die Reihenentwicklung von Functionen und deren Anwendung in der algeb.aischen Analysis sowohl wie bei der Integration der Differentialgleichungen", vom Herrn Dr. Franz Wallentin, Prof. an der Realschule im VI. Bezirke Wiens.

„Über bestimmte Integrale", vom Herrn Prof. L. Gegenbauer in Krems.

Herr Hofrath Dr. E. Brücke legt eine im physiologischen Institute der Wiener Universität ausgeführte Arbeit des *Cand. med.* Herrn Friedr. Schauta vor, betitelt: „Zerstörung des *Nervus facialis* und deren Folgen".

Herr Prof. Dr. V. v. Lang übergibt eine „Notiz über absolute Intensität und Absorption des Lichtes", vom Herrn Prof. Dr. Al. Handl in Lemberg.

Herr E. Priwoznik, Hauptmünzamtschemiker, überreicht folgende zwei Mittheilungen:

1. „Chemische Untersuchung eines auf einer antiken Haue aus Bronze gebildeten Überzuges".
2. „Versuche über die Bildung der Schwefelmetalle von Kupfer, Silber, Zinn, Nickel und Eisen".

An Druckschriften wurden vorgelegt:

d'Achiardi, Antonio, Su di alcuni minerali della Toscana non menzionati da altri o incompletamente descritti. Firenze, 1871; 8°. — Sui Granati della Toscana. Firenze, 1871; 8°. — Sui Feldispati della Toscana. Firenze, 1872; 8°.

Agassiz, Louis, A Letter concerning Deep-Sea Dredgings, addressed to Prof. Benj. Peirce, Cambridge, Mss. 1871; 8°.

Apotheker-Verein, allgem. österr.: Zeitschrift. 10. Jahrgang, Nr. 8. Wien, 1872; 8°.

Astronomische Nachrichten. Nr. 1878. (Bd. 79. 6.) Altona, 1872; 4°.

Bibliothèque Universelle et Revue Suisse: Archives des Sciences physiques et naturelles. N. P. Tome XLIII, Nr. 169. Génève, Lausanne, Paris, 1872; 8°.

Frauenfeld, G. R. v. Die Pflege der Jungen bei den Thieren. Wien, 1871; 8°. — Die Wirbelthierfauna Niederösterreichs. Wien, 1871; 8°. — Die Grundlagen des Vogelschutzgesetzes. Wien, 1871; 8°. — Der Vogelschutz. Wien, 1871; 8°.

Gesellschaft, österr., für Meteorologie; Zeitschrift. VIII. Band, Nr. 5. Wien, 1872; 4°.

— Senckenbergische naturforschende: Abhandlungen. VII. Bandes 3. & 4. Heft. Frankfurt a. M., 1870; 4°. — Bericht. 1869—1870. Frankfurt a. M., 1870; 8°.

— geographische, in Wien: Mittheilungen. Band XV. (N. F. V.) Nr. 2. Wien, 1872; 8°.

— gelehrte estnische, zu Dorpat: Verhandlungen. VI. Band, 3. & 4. Heft; VII. Band, 1. Heft. Dorpat, 1871; 8°. — Sitzungsberichte, 1870. Dorpat; 8°. — Meteorologische Beobachtungen, angestellt in Dorpat im Jahre 1866 bis 1870. IV. & V. Jahrgang. Dorpat, 1871; gr. 8°.

Jahrbuch, Neues, für Pharmacie und verwandte Fächer, von Vorwerk. Band XXXVI, Heft 5 & 6 (1871); Band XXXVII, Heft I (1872). Speyer; 8°.

Jenzsch, Gustav, Über die am Quarze vorkommenden Gesetze regelmässiger Verwachsung mit gekreuzten Hauptaxen. Erfurt, 1870; 8°.

Landwirthschafts-Gesellschaft, k. k., in Wien: Verhandlungen und Mittheilungen. Jahrgang 1872, Nr. 6. Wien; 8°.

Lippich, Ferdinand, Theorie des continuirlichen Trägers constanten Querschnittes etc. Wien, 1871; 4°. — Fundamentalpunkte eines Systems centrirter brechender Kugelflächen. Graz, 1871; 8°.

Lipschitz, R., Untersuchung eines Problems der Variationsrechnung, in welchem das Problem der Mechanik enthalten

ist. (Aus dem Journal f. d. reine u. angewandte Mathematik. Bd. 74.) 4°.

Loomis, William Isaacs, The American and the Englishman: or Sir William Isaacs **Loomis** *versus* Sir Isaac **Newton**. Martindale Depot, Columbia County, 1871; 8°.

Mayr, Gust. L., Die mitteleuropäischen Eichengallen in Wort und Bild. 2. Hälfte. Wien, 1871; 8°. — Neue Formiciden. (Verhdlgn. der k. k. zool.-bot. Ges. in Wien 1870.) 8°. — Die Belostomiden. *(Ibidem.)* 8°.

Moniteur scientifique. Année 1871. 337—360e Livraisons. Année 1872. 362e Livraison. Paris; 4°.

Nature. Nr. 123, Vol. V. London, 1872; 4°.

Pollichia: XXVIII & XXIX. Jahresbericht. Dürckheim a d. H., 1871; 8°.

Plantamour, E., Résumé météorologique des années 1869 & 1870 pour Génève et le Grand Saint-Bernard. Génève; 8°.

Prestel, Das Regenwasser als Trinkwasser der Marschbewohner etc. Emden, 1871; gr. 8°.

Pulkowa, Sternwarte: Observations de Poulkova, publiées par Otto **Struve**. Vol. III. St. Pétersbourg, 1870; 4°. — Jahresbericht. 1870. St. Petersburg; 8°. — *Tabulae refractionum in usum Speculae Pulcovensis congestae. Petropoli, 1870; 4°.* — Studien auf dem Gebiete der Störungstheorie. Von H. **Gyldén**. (Mém. de l'Acad. Imp. d. sc. de St. Pétersbourg. VIIe Série, Tome XVI, Nr. 10.) 4°. — Détermination du coéfficient constant de la précession an moyen d'étoiles de faible éclat, par M. M. **Nyren**. St. Pétersbourg, 1870; 4°. — Von den Durchgängen der Venus durch die Sonnenscheibe. Von V. **Dellen**. Petersburg, 1870; 8°. (Russisch.)

Reichsanstalt, k. k. geologische: Verhandlungen. Jahrgang 1872, Nr. 4. Wien; 4°.

„**Revue** politique et littéraire“ et „La Revue scientifique de la France et de l'étranger“. Ire Année (2e série) Nr. 37. Paris & Bruxelles, 1872; 4°.

Società Italiana di antropologia e di etnologia: Archivio per l'antropologia e la etnologia. II° Vol., fasc. 1°. Firenze, 1872; gr. 8°.

Societas Scientiarum Fennica: Acta. Tomus IX. Helsingforsiae, 1871; 4⁰. Öfversigt. XIII. 1870—1871. Helsingfors, 1871; 8⁰. — Bidrag till kånnedom af Finlands natur och folk. 17. Häftet. Helsingfors, 1871; 8⁰. — Bidrag till Finlands officiela Statistik. V. 1. Häftet. Helsingfors, 1869; 4⁰.

— *Regia, Scientiarum Upsalensis: Nova acta. Seriei tertiae. Vol. VII. Fasc. II. 1870. Upsaliae;* 4⁰. — Bulletin météorologique mensuel de l'Observatoire de l'Université d'Upsal. Vol. II, Nrs. 1—6. Upsal, 1870; 4⁰.

Société Impériale des naturalistes de Moscou: Bulletin. Année 1871. Tome XLIV, Nrs. 3 & 4. Moscou, 1872; 8⁰.

Westphal-Castelnau, Alfred, Catalogue de la collection de reptiles de feu M. Alexandre Westphal-Castelnau. 1869. Montpellier, 1870; gr. 8⁰.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXII. Jahrgang, Nr. 10. Wien, 1872; 4⁰.

Zeitschrift des österr. Ingenieur- und Architekten-Vereins. XXIV. Jahrgang, 3 Heft. Wien, 1872; 4⁰.

Zerstörung des Nervus facialis und deren Folgen.

Von cand. med. **Friedrich Schauta.**

(Aus dem physiolog. Institute der Wiener Universität.)

(Mit 1 Tafel.)

Im April 1871 hatte Professor Brücke zwei auf etwas mehr als die Hälfte ihrer spätern Länge erwachsenen Kaninchen den *Nerv. facialis* der rechten Seite ausgerissen, dann hatte er sie aufwachsen lassen, damit sie später zu den in diesen Blättern beschriebenen Untersuchungen dienen sollten. Die Operation war in beiden Fällen in der Weise ausgeführt worden, dass ein dünner Bindfaden um den *Facialis* gelegt, und mit Hilfe desselben der centrale Theil aus dem *Canalis Fallopiae* herausgerissen wurde. Dieser centrale Theil war in beiden Fällen, wie gewöhnlich, ohne abzureissen, in toto ausgerissen.

Als ich Anfangs November die beiden Thiere zuerst untersuchte, ergaben sich in der äusseren Form des Gesichtes die folgenden Veränderungen, deren Beschreibung ich hier im Wortlaute des ursprünglich darüber aufgenommenen Protokolles folgen lasse.

Beschreibung der äusseren Form des Gesichtes.

Bei der äusseren Besichtigung ergibt sich als der auffallendste Unterschied zwischen den beiden Gesichtshälften die beträchtliche Verschiebung der ganzen Mundspalte nach der kranken Seite, so zwar, dass ein Medianschnitt von der Stirne über Nase und Mund geradlinig fortgesetzt, das linke Nasenloch etwa in der Mitte schneidet, und dann 2 Mm. nach innen vom linken Mundwinkel vorbeigeht. Betrachtet man das Kaninchen von der gelähmten Seite aus, so bemerkt man, dass die linke Oberlippe

die rechte um etwa 2 Mm. überragt. Die Lippenspalte steht schief von rechts unten nach links oben, so dass sie mit der Verticalen einen Winkel von 20° einschliesst, und das Nasenloch rechts einen Winkel von 43°, links von 63° mit der Verticalen bildet. Der äussere Winkel des linken Nasenloches steht um 6 Mm. tiefer als der des rechten.

Die Stellung der Schneidezähne beider Kiefer zu einander ist insofern verändert, als dieselben nicht, wie normal, auf beiden Seiten mit ihren Kanten gleich grosse stumpfe Winkel, sondern auf der rechten einen Winkel von 180°, auf der linken Seite dagegen einen schwach stumpfen Winkel bilden.

Ausserdem ergeben sich aber auch in den Dimensionen der beiden Gesichtshälften beträchtliche Unterschiede, welche alle zu Ungunsten der gelähmten Seite ausfallen. Ich habe dieselben in Verbindung mit den gleichlautenden Messungen am zweiten Kaninchen zur bessern Übersicht in der folgenden Tabelle zusammengestellt, wobei ich wiederhole, dass die Lähmung bei beiden Kaninchen auf der rechten Seite war.

	Kaninchen I.		Kaninchen II.	
	rechts	links	rechts	links
	Millimeter			
Länge des Nasenloches	10	18	11	15
Abstand des äusseren Winkels des Nasenloches vom Mundwinkel derselben Seite	18	24	21	25
Abstand des äusseren Winkels des Nasenloches vom unteren Ende der Lippenspalte	17	20	17	19
Abstand des vorderen Augenwinkels von der Lippenspalte	51	62	55	59
Breite der Lidspalte	18	20	16	14
Höhe der Lidspalte	9	11	9	10
Abstand des äusseren Augenwinkels vom untersten Ende der Ohrspalte	42	50	45	50

Das rechte Ohr ist bewegungslos und hängt constant in derselben Stellung, jedoch nicht an den Körper anliegend, sondern etwas davon entfernt, so dass eine gerade Linie von der

Ohrspitze bis zum nächsten Punkt des Körpers bei der gewöhnlichen ruhenden Stellung des Thieres 30 Mm. beträgt.

Die rechte Gesichtshälfte ist vollständig bewegungslos. An der Nase findet passive Bewegung nach der gesunden Seite in der Richtung nach rückwärts und oben, also gegen das Auge hin, statt.

Nähert man den Finger oder Bleistift dem rechten Auge, so nähern sich die Lider um ein ganz Geringes; bei genauer Beobachtung, besonders von der Seite aus, sieht man jedoch, dass diese Näherung der Lider eine passive und nur durch die Retraction des Bulbus bedingte ist.

Nähert man endlich den Finger dem Auge bis zur Berührung, so schützt sich das Thier durch Vorschieben seiner *Membrana nictitans*, die es über etwa zwei Drittel des Bulbus hinwegziehen kann. Hindert man dagegen das Kaninchen am Lidschlage des linken Auges, so schiebt es seine Nickhaut kaum über ein Drittel des Bulbus hinüber. Ferneren Berührungen der Cornea sucht das Thier durch Bewegungen des Kopfes zu entgehen. Die Cornea ist beiderseits gleich rein. Ebenso ist die Conjunctiva auf beiden Seiten ganz normal.

An den Cilien der rechten Seite hängen jedoch gelbliche und weissgraue Klümpchen, welche sich in noch grösserer Menge im vorderen Augenwinkel vorfinden. Dieser Befund scheint von Thränenfluss in Folge der Lähmung des *M. orbicularis palpebrarum* herzurühren.

Die Tasthaare sind auf der gelähmten Seite viel struppiger, gerader und mehr nach rückwärts stehend. Sie sind kürzer, wie abgebissen, und stehen auch viel weniger dicht, als auf der gesunden Seite. Die Untersuchung ihrer Sensibilität ergibt auf der gesunden Seite lebhaftes Zucken der Gesichtsmuskeln bei vollkommener Ruhe des Kopfes, während das Thier der Berührung der rechtsseitigen Tasthaare durch Wendung des Kopfes zu entgehen sucht.

Interessant sind die Kaubewegungen des Thieres.

Bei der lebhaften Bewegung der Lippenmusculatur der gesunden, im Gegensatze zur vollkommenen Ruhe der Muskeln der andern Seite, scheint es nämlich, als ob der ganze Unter-

kiefer nach links und oben verschoben würde, während jedoch die beiden Kiefer ganz gerade auf einander bewegt werden.

An dem zweiten Kaninchen mit rechtsseitiger Facialislähmung fanden sich genau dieselben Veränderungen in der Gesichtsbildung. Die Messungen ergaben hier, dass die linke Oberlippe die rechte um 2 Mm. überragte, dass ferner die Lippenspalte mit der Verticalen einen Winkel von 12° bildete. Der äussere Winkel des linken Nasenloches stand um 2 Mm. tiefer, als der des rechten, und es bildete das rechte Nasenloch mit der Verticalen einen Winkel von 54°, das linke einen Winkel von 46°.

Die Stellung der Schneidezähne war noch auffallender verändert, als beim erstbeobachteten Thiere. Hier bildeten nämlich die Kanten der Schneidezähne sowohl rechts als links nach links offene stumpfe Winkel, während bei normalen Kaninchen dieser Winkel für die rechten Zähne nach rechts, für die linken nach links offen ist. Dabei machten aber der rechte obere und untere Schneidezahn mit einander einen grösseren Winkel, als der linke obere und untere Schneidezahn. Es rührte dies daher, dass die Wurzeln der Schneidezähne weiter von einander entfernt sind, als ihre Schneiden.

Die übrigen Dimensionen des Kopfes dieses Kaninchens finden sich oben in der Tabelle neben den gleichnamigen Dimensionen des erstbeschriebenen Thieres verzeichnet.

Endlich will ich noch erwähnen, dass das zuletzt beobachtete Kaninchen häufig zuckende Bewegungen im Ohre der gelähmten Seite hatte. Da jedoch in den übrigen Muskeln derselben Seite eine solche Bewegung durchaus nicht wahrzunehmen war, so glaube ich jenes Zucken des rechten Ohres auf Rechnung des *M. intermedius scutulorum* setzen zu dürfen, der als unpaarer Muskel ohne Zwischensehne beide Ohrknorpel verbindet, und der nur rechts gelähmt war, während ja der der linken Seite angehörige Theil normal innervirt wurde, so dass sich die Bewegung der linken Seite dieses Muskels auch auf das rechte Ohr fortpflanzte.

Die so eben beschriebenen Beobachtungen an zwei Kaninchen widersprachen ganz den geläufigen Ansichten und Erfahrungen über die Verschiebung des Gesichtes bei Facialislähmung, als deren constantes Merkmal man die Verziehung des Mundwinkels

nach der gesunden Seite beschreibt, so dass ich mich bewogen sah, noch mehrere Kaninchen zu operiren, und dieselben kurz nach der Operation zu beobachten, zum Vergleiche mit den oben beschriebenen.

Ich operirte drei Kaninchen, sowie die ersten zwei alle rechts, und fand bei allen diesen Thieren eine Verziehung der Nase und des Mundes nach links, also nach der gesunden Seite, was also mit den bis jetzt bekannten Beschreibungen von Facialislähmung an Menschen und Thieren vollkommen übereinstimmt. Die Verschiebung bestand nun gerade im entgegengesetzten Sinne zu den beiden alten Lähmungen, jedoch war sie nicht so auffallend wie bei diesen.

Bei dem ersten der beobachteten Thiere mit frischer Lähmung sprang die rechte Oberlippe bei Profilansicht um etwa 2 Mm. über die linke vor. Die Nasenspitze war um 4 Mm. von der Medianlinie nach der gesunden Seite gezogen. Die Nasenlöcher erschienen so gedreht, dass das rechte mit der Verticalen einen Winkel von 65°, das linke einen Winkel von 55° einschloss.

In den übrigen Dimensionen des Gesichtes ergaben sich keine besonders auffallenden Unterschiede. Bei dem zweiten und dritten auf dieselbe Weise operirten Kaninchen ergaben sich ähnliche Veränderungen. Auch hier fiel vor allem in die Augen die Verziehung der Nasenspitze und Oberlippe nach der gesunden Seite, der höhere Stand des linken Nasenloches; ferner die Schlaffheit und das Herabhängen der ganzen rechten Gesichtshälfte, besonders der vordersten Partien. Das Ohr hing bei allen bis zu einem gewissen Grade, der wahrscheinlich durch die Elasticität des Ohrknorpels bedingt war, gegen den Körper herab, und folgte den Bewegungen des Kopfes ganz passiv.

Nachdem die beiden Kaninchen mit alter Lähmung behufs der Untersuchung ihrer elektrischen Erregbarkeit im Gesichte kurz geschoren waren, zeigten sich rechts drei stark entwickelte, gegen die Richtung des *M. zygomaticus* senkrecht stehende Falten in der Haut.

Das Scheeren wurde vorgenommen, damit der Leitungswiderstand nicht durch den dichten Pelz der Thiere erhöht werde.

Elektrische Erregbarkeit.

Die Anwendung des inducirten Stromes ergab eine bedeutende Unempfindlichkeit der gelähmten Seite. Bei Stromstärken, durch welche die Muskeln der gesunden Seite bereits lebhaft angeregt wurden, blieben die der gelähmten Seite schlaff, weich und leicht passiv beweglich. Bei einer Stromstärke, durch welche die Augenlider links bereits fest geschlossen wurden, blieben die rechts halb geöffnet, und man sah zwischen ihnen hindurch die *Membr. nictitans* sich deutlich vorschieben. Während das Ohr auf der linken Seite bei jeder Stromschliessung stark zuckte, blieb das andere bei Application desselben Stromes bewegungslos. Ebenso verhielt es sich auch mit den übrigen Gesichtsmuskeln.

Bei mehrmaliger Steigerung der Stromstärke blieben die Erscheinungen rechts gleich. Erst nach beträchtlicher Verstärkung des Stromes zeigte sich ein ganz schwaches Zucken, das auch nur am Ohre mit Sicherheit zu constatiren war.

Mittelst des constanten Stromes liessen sich Zuckungen auf beiden Seiten in den Muskeln des Ohres, der Augenlider und der Wange hervorrufen. Der Strom wurde dabei, wie bei der Elektrotherapie mittelst kleiner Duchenne'scher Elektroden durch die geschorne Haut zugeführt, nur mit dem Unterschiede, dass die Elektroden bleibend applicirt wurden, und das Schliessen und Öffnen des Stromkreises mittelst des Dubois'schen Schlüssels bewerkstelligt wurde. Es geschah dies, um die mechanische Wirkung beim Aufsetzen der Elektroden zu vermeiden, die, wie Erfahrungen am Menschen gezeigt haben, schon an und für sich Contraction hervorrufen kann. Wenn nun ein Kohlen-Zink-Element unter gleichzeitiger Anwendung des Rheochords benützt wurde, so konnte man sich überzeugen, dass die Muskeln der gelähmten Seite auf etwas geringere Stromstärken reagirten, als die der gesunden. Wenn aber die letzteren einmal in Action gesetzt wurden, so waren ihre Bewegungen kräftiger und schneller. Es wurde dies am deutlichsten an den Bewegungen der Ohren beobachtet. Bei schwächeren Strömen ergaben sich nur Schliessungs-, bei stärkeren Schliessungs- und Öffnungszuckungen, wie dies nach allen früheren Erfahrungen sich leicht begreift.

An beiden Kaninchen verhielten sich also die Muskeln der gelähmten Seite als solche, deren Nerven degenerirt sind, und bei denen der Strom auf die Muskelsubstanz selbst zu wirken hat.

Diese Beobachtungen wurden an beiden Kaninchen ganz conform gemacht, und zwar an beiden innerhalb eines Zeitraumes von etwa 14 Tagen. Ich erwähne diesen Umstand, da die anatomische Untersuchung der Muskeln, welche an dem zweiten Kaninchen um zwei Monate später als an dem ersten vorgenommen wurde, differente Resultate ergab.

Nun wurden die Thiere getödtet und zwar das erste am 30. November 1871, das zweite am 2. Februar l. J. Kurz nach der Decapitation der Kaninchen stellten sich Zuckungen auf der kranken Seite ein, und zwar zunächst deutlich und ziemlich lebhaft am rechten Ohre, dann am *M. orbicularis palpebrarum*, dann, als diese Muskeln zu zucken aufgehört hatten, an der Oberlippe und der Gegend des ganzen *M. zygomaticus*, und zuletzt noch in grösseren Intervallen auftretende ziehende Bewegungen am rechten Mundwinkel. Links war, ausser einigen unvergleichlich schwächeren Zuckungen am *M. zygomaticus*, nichts zu bemerken.

Dieselben Zuckungen stellten sich auch an den gelähmten Muskeln des zweiten Kaninchens gleich nach der Decapitation ein.

Untersuchung der Muskeln.

Die Gesichtsmuskeln des ersten Kaninchens, dessen Lähmung über sieben Monate gedauert hatte, ergaben bei der sorgfältigsten mikroskopischen Untersuchung nicht die geringste Spur einer Atrophie oder Degeneration. Die Querstreifung war so schön und deutlich, als an den Muskeln der gesunden Seite. Auch die Querschnitte der einzelnen Muskeln zeigten überall durchschnittlich dieselben Durchmesser auf der rechten, wie auf der linken Seite. Die Messungen wurden an Querdurchschnitten der gehärteten und dann getrockneten Haut unter dem Mikroskope bei schwacher Vergrösserung vorgenommen.

Die Muskeln des zweiten Kaninchens mit neunmonatlicher Lähmung wurden präparirt, und es ergab sich eine merkliche Atrophie aller in das Gebiet des *N. facialis* gehörigen Muskeln rechterseits.

Am meisten waren geschwunden der *M. zygomaticus*, der *Levator labii superioris* und der *Levator nasi*, so dass dieselben als dünne, blasse durchscheinende Bündel erschienen, an denen man makroskopisch mit Mühe eine Faserung wahrnehmen konnte, während der *M. orbicularis* verhältnissmässig ziemlich gut erhalten war.

Unter dem Mikroskope zeigten sich bei den stark geschwundenen Muskeln nur wenige gut erhaltene Muskelfasern. Bei den meisten war keine Qnerstreifung mehr zu erkennen. Den grössten Raum des Gesichtsfeldes nahm immer Bindegewebe ein.

An den beiden Hälften der Zunge konnte ich keinen Unterschied wahrnehmen.

Wägung der Speicheldrüsen.

Es muss ferner erwähnt werden, dass die *Glandula submaxillaris* und die *Parotis* der gelähmten Seite bedeutend atrophisch waren. Die Drüsen wurden feucht und trocken gewogen und es ergab sich für die *Submaxillaris* feucht ein Gewicht von 0·3454 Grm. rechterseits, und von 0·426 Grm. links.

Getrocknet wog die rechte *Submaxillaris* 0·0825, die linke 1·109 Grm. Die feuchten Parotiden hatten ergeben an Gewicht, die rechte 0·589, und die linke 1·173 Grm.; die von den feuchten Parotiden gewonnenen Zahlen sind aber ziemlich werthlos, weil es sich zeigte, dass es nicht gelungen war, sie vollständig von Fett zu befreien. Dieses wurde dann vor dem Wägen der trockenen Drüsen mit Äther extrahirt, und es ergab sich dann, das die rechte Parotis 0·0935, die linke 0·2475 Grm. wog.

Diese Wägungen wurden nur an den Drüsen des zuletzt getödteten Kaninchens vorgenommen.

Untersuchung des Kopfskeletes.

Nach vollständiger Entfernung der Muskeln und übrigen Weichtheile stellte sich heraus, das der ganze Gesichtsschädel beider Kaninchen eine ziemlich auffallende Verkrümmung nach

der kranken Seite aufwies. Statt aller Beschreibung habe ich mehrere Zeichnungen der Schädel in verschiedenen Stellungen entworfen, und zwar mittelst eines eigens zu diesem Zwecke construirten Zeichenapparates nach einer ursprünglichen Angabe von Lucae. Dieser Apparat bestand aus zwei parallel gestellten, gleich grossen Holzrahmen, von denen jeder mit einem ganz gleich eingetheilten Fadennetze überzogen war. Der zu zeichnende Schädel wurde zwischen diesen beiden Rahmen aufgestellt, und so die geometrische Projection der Contouren auf das mit einer den Fadennetzen identischen Eintheilung versehene Papier entworfen. Dieses Netz findet sich zur leichteren Übersicht der Veränderungen der Knochen in den beigefügten Zeichnungen mitabgebildet.

Ferner habe ich genaue Zirkelmessungen der Hauptdimensionen beider Schädel vorgenommen und dieselben in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

	Kaninchen I.		Kaninchen II.	
	rechts	links	rechts	links
	Millimeter			
Nasenbein.				
Vom äusseren hinteren Winkel zum äusseren vorderen	34	39	36	38
Vom äusseren hinteren Winkel zum inneren hinteren	$9\frac{1}{3}$	10	10	$10\frac{1}{2}$
Oberkiefer.				
Vom hintersten Punkte d. *Proc. front.*, zum vordersten Punkte d. Alveolarrandes d. Schneidezahnes	$39\frac{1}{2}$	43	$43\frac{2}{3}$	$44\frac{1}{3}$
Vom vordersten P. d. Alveolarrandes d. Schneidezahnes zum vordersten Punkte d. Alveolarrandes d. 1. Backenzahnes	25	26	25	$25\frac{2}{3}$
Verticaler Durchmesser des Augenhöhlenrandes	$19\frac{1}{3}$	20	21	$21\frac{1}{3}$
Horizontaler Durchmesser des Augenhöhlenrandes	24	$25\frac{1}{3}$	22	$22\frac{2}{3}$
Vom hintersten Punkte d. *Proc. zygom.* zum vordersten Punkte d. Alveolarrandes d. Schneidezahnes	65	$67\frac{1}{2}$	66	$67\frac{1}{3}$

	Kaninchen I.		Kaninchen II.	
	rechts	links	rechts	links
	Millimeter			
Unterkiefer.				
Vom vordersten P. d. Alveolarrandes d. Schneidezahnes zum vordersten P. d. Alveolarrandes d. 1. Backenzahnes...	$19\frac{1}{2}$	21	$19\frac{1}{2}$	20
Vom hintersten P. d. Gelenkfortsatzes zum vordersten P. d. Alveolarrandes d. Schneidezahnes..................	63	65	65	$65\frac{1}{2}$
Vom hintersten P. der Peripherie d. *corp. maxillae inf.* zum vordersten P. d. Alveolarrandes d. Schneidezahnes....	61	63	60	61

Wenn wir den ursächlichen Zusammenhang der beobachteten Veränderungen aufzudecken suchen, so ist es zunächst nicht auffallend, dass die Muskeln der einen Seite, nachdem sie längere Zeit gelähmt und ihrer Nerven beraubt waren, atrophisch wurden. Es geschah dies, wie die Vergleichung beider Kaninchen zeigte, verhältnissmässig spät. Es ist dies auch in Übereinstimmung mit früheren Erfahrungen, welche gezeigt haben, dass bei Säugethieren und Menschen zwar die Nerven am Ende der ersten, oder am Anfang der zweiten Woche nach ihrer Durchschneidung degeneriren, die Muskeln aber dann noch lange ihre Erregbarkeit und ihr Volumen bewahren können. Eben so wenig kann es auffallend erscheinen, dass die Speicheldrüsen der gelähmten Seite im Wachsthum zurückgeblieben waren, da man weiss, dass sie vom Facialis Fasern erhalten.

Viel schwieriger stellt sich die Frage in Rücksicht auf die anderweitigen Veränderungen, welche beobachtet wurden. Es lassen sich die der Haut und der äusseren Gesichtsoberfläche nicht wohl ausser Zusammenhang betrachten mit denjenigen des Schädels.

Die Haut war nicht verkürzt, aber über dem Zygomaticus in Falten gelegt, die senkrecht gegen die Faserrichtung des Muskels lagen. Die Schädel waren unsymmetrisch entwickelt, und zwar so, als ob sie auf der gelähmten Seite zusammen-

gezogen, beziehungsweise in der Entwicklung und im Wachsthum zurückgeblieben wären. Es liegt der Gedanke am nächsten, dass dies herrühre von einer Hemmung in der Entwicklung der Muskeln der gelähmten Seite, in der Weise, dass diese kürzer waren als auf der gesunden, und desshalb einen Zug ausübten, der die darüber liegende Haut in Falten legte, und durch andauernde Wirkung auch die Verkrümmung des Schädels hervorbrachte. Es darf hierbei aber nicht ausser Acht gelassen werden, dass bei dem einen Kaninchen, und zwar gerade bei demjenigen, bei dem die Verkrümmung des Schädels am stärksten war, die Muskeln sich anscheinend normal entwickelt zeigten. Allerdings kann man nicht sagen, dass ihr Volumen absolut dasselbe war, wie auf der gesunden Seite. Denn da sie auf dem Querschnitte gleiche Dicke zeigten mit denen der gesunden Seite, ihre Länge aber entsprechend der Verkrümmung des Schädels und der Verzerrung des Gesichtes offenbar geringer war, als die der Muskeln der gesunden Seite, so muss auch ihr Volumen offenbar geringer gewesen sein, als das der Muskeln der gesunden Seite. Auch war die Asymmetrie in den Weichtheilen grösser, als in den Knochen, was bei dem Umstande, dass die Haut in Falten gelegt, also nicht im Wachsthume zurückgeblieben war, auch für einen Zug von Seite der Muskeln sprechen würde. Dabei zeigten sich aber die Muskeln keineswegs gespannt, sondern sie contrahirten sich, wie früher erwähnt wurde, mit Leichtigkeit auf das Schliessen und Öffnen eines constanten Stromes, und zogen dabei die Weichtheile, an denen sie befestigt waren, nach sich, wenn auch in geringeren Amplituden als die Muskeln der gesunden Seite.

Es wird uns freilich schwer, anzunehmen, dass gelähmte Muskeln einen stärkeren Zug ausüben sollen, als innervirte; aber wir müssen hier eben davon ausgehen, dass wir es mit Muskeln von ungleichem Wachsthume zu thun haben, und dass ein gelähmter Muskel, wenn er bis auf einen gewissen Grad gedehnt wird, eine grössere elastische Wirkung ausüben kann als ein innervirter, nicht gedehnter. In der That sehen wir unmittelbar nach der Operation die Verzerrung der Weichtheile nach der gesunden Seite, und erst im Laufe der Zeit und mit dem Wachsen des Thieres hatte sich die Verzerrung von der gesunden Seite nach der kranken herübergezogen.

Die unleugbaren Schwierigkeiten, welche es immerhin bietet, die Verzerrung und Verkrümmung aus dem Muskelzuge allein zu erklären, lässt uns nach anderweitigen Momenten aussehen, die solche veranlasst haben können, und hier ist es wohl vor allem der Unterschied der Circulationsverhältnisse in beiden Gesichtshälften, welche man berücksichtigen muss. Es ist nicht unwahrscheinlich, dass das Muskelspiel auf der gesunden Seite einen fördernden Einfluss übte, nicht nur auf die Fortbewegung des Blutes innerhalb der Gefässe, sondern auch auf die Bewegung der Gewebsflüssigkeit des Plasmas, das die Weichgebilde zunächst um den Muskel durchtränkt, und dass somit eben jenes Muskelspiel eine fördernde Wirkung auf Ernährung und Wachsthum ausüben konnte, welche sich durch das Periost selbst bis auf die Knochen fortsetzte, und welche auf der gelähmten Seite fehlte.

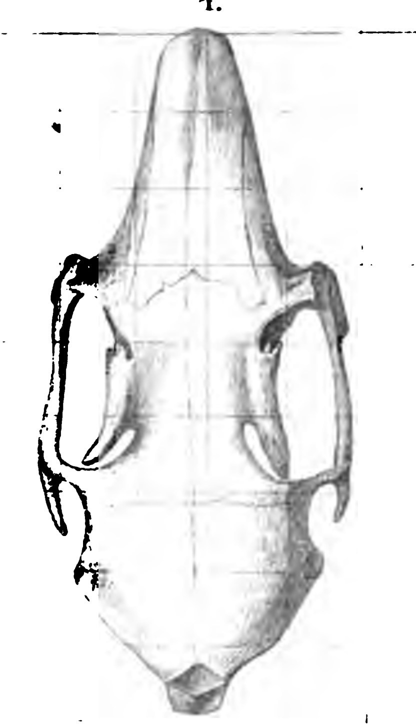
Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Ansicht des Schädels des ersten Kaninchens von oben.
„ 2. Ansicht desselben Schädels von vorne.
„ 3. Der Unterkiefer desselben Kaninchens von oben.
„ 4. Schädel des zweiten Kaninchens von oben.
„ 5. „ „ „ „ von vorne.
„ 6. Unterkiefer des zweiten Kaninchens von oben.

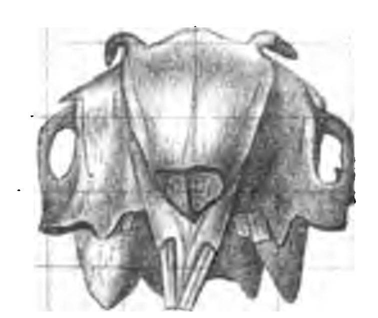
Alle diese Figuren wurden bei vollkommen symmetrischer Aufstellung der Schädel ausgeführt, was besonders für die Figuren 2 und 5 erwähnenswerth sein dürfte.

Schau

4.



5.



IX. SITZUNG VOM 21. MÄRZ 1872.

In Verhinderung des Präsidenten führt Herr Hofrath Freiherr von **Burg** den Vorsitz.

Se. Excellenz der Herr Curator-Stellvertreter übermittelt mit h. Erlass vom 12. März einen Auszug aus dem Berichte des k. & k. Gesandten in Washington, die Cundurango-Pflanze und deren Heilkraft betreffend.

Herr Prof. Dr. H. **Hlasiwetz** überreicht eine Abhandlung des Herrn Hauptmanns A. **Exner**: „Über die Untersalpetersäure."

Herr Prof. E. **Suess** übergibt eine vorläufige Mittheilung: „Über den Bau der Italienischen Halbinsel".

Herr Prof. Dr. Edm. **Weiss** legt eine Abhandlung vor, betitelt: „Bestimmung der Längendifferenz Wiener-Neustadt—Wien".

Herr Dr. H. W. **Reichardt** überreicht eine Abhandlung: „Über die botanische Ausbeute der Polar-Expedition des Jahres 1871".

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Academia Real das Sciencias de Lisboa: Memorias. Classe de Sciencias mathem., phys. e naturaes. Nova Serie. Tomo IV, Parte 2. Lisboa, 1870; 4°. Classe de Sciencias moraes, polit. e bellas-lettras. Nova Serie. Tomo IV, Parte 1. Lisboa, 1871; 4°. — Jornal de Sciencias mathematicas, physicas e naturaes. Tom. I & II. Lisboa, 1866—1870; 8°. — *Portugaliae monumenta historica. Leges: Vol. I. Fasc. 1—6; Diplomata et Chartae: Vol. I. Fasc. 1—3; Scriptores: Vol. I. Fasc. 1—3, Olisipone, 1856—1870; folio.*

Annalen der Chemie und Pharmacie von Wöhler, Liebig & Kopp. N. R. Band LXXXV, Heft 2 & 3. Leipzig & Heidelberg, 1872; 8°.

Astronomische Nachrichten. Nr. 1879—1880. (Bd. 79. 7—8.) Altona, 1872; 4°.

d'Ancona, Cesare, Malacologia pliocenica Italiana. Fascicolo I. Firenze, 1871; 4°. — Sulle Neritine fossili dei terreni terziari superiori dell'Italia centrale. Pisa, 1869; 8°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXIV. Nrs. 9—10. Paris, 1872; 4°.

Czyrniański, Emil, Chemische Theorie auf der rotirenden Bewegung der Atome basirt. (3. vermehrte Auflage.) Krakau, 1872; 8°.

Delesse et de Lapparent, Extrait de Géologie. IIe Partie: Lithologie. 8°. — Lithologie der Meere der alten Welt. (Übersetzt von Herrn Hauchecorne in Berlin.) 8°.

Ecker, Alexander, Über die verschiedene Krümmung des Schädelrohres und über die Stellung des Schädels auf der Wirbelsäule beim Neger und beim Europäer. (Gratulationsschrift.) Braunschweig, 1871; 4°.

Gesellschaft, Berliner Medicinische: Verhandlungen aus den Jahren 1867 und 1868. Berlin, 1871; 8°.

— der Wissenschaften, k. sächs., zu Leipzig: Abhandlungen der mathem.-phys. Classe. IX. Band, Nr. 6. X. Band, Nr. 1—2. Leipzig, 1871; 4°. — Berichte derselben Classe. XXII. Band, Nr. 3—4; XXIII. Band, Nr. 1—3. Leipzig, 1871; 8°.

— königl. bayer. botan., in Regensburg. Flora. N. R. 29. Jahrgang. 1871. — Repertorium der periodischen botan. Literatur. VII. Jahrgang. 1870. Regensburg, 1871; 8°.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXXIII. Jahrgang, Nr. 11. Wien, 1872; 4°.

Grad, A. Charles, Examen de la théorie des systêmes de montagnes dans ses rapports avec les progrès de la stratigraphie. Paris, 1871; 8°.

Henwood, William Jory, Address delivered at the Spring Meeting of the Royal Institution of Cornwall; on the 23rd May, 1871. Truro; 8°.

Jahrbuch, Neues, für Pharmacie & verwandte Fächer, von Vorwerk. Band XXXVII, Heft 2. Speyer, 1872; 8°.

Landbote, Der steirische. 5. Jahrgang, Nr. 6. Graz, 1872; 4°.

Landau, L. R., Versuch einer neuen Theorie über die Bestandtheile der Materie und die Ableitung der Naturkräfte aus einer einzigen Quelle. Pest & Leipzig, 1871; 8°.

Leseverein, Akademischer, in Prag: Bericht für die Jahre 1868—69 und 1869—70. Prag; 8°. (Böhmisch.)

Marignac, C., De l'influence prétendue de la calcination sur la chaleur de dissolution des oxydes metalliques. (Arch. d. sc. de la Biblioth. Univ. 1871.) 8°.

Mills, Edmund J., Researches on Elective Attraction. London, 1871; 4°.

Morren, Édouard, Notice sur le *Cytisus X-purpureo-Laburnum* ou *Cytisus Adami* Poit., suivie de quelques considérations sur l'hybridité. Gand, 1871; 8°.

Nature. Nr. 124, Vol. V. London, 1872; 4°.

Pacini, Filippo, Sull'ultimo stadio del Colera asiatico o stadio di morte apparente dei colerosi e sul modo di farli risorgere. Firenze, 1871; 8°.

Patruban, C. v., Zur Lehre von den Geschwülsten der *Orbita*. (Allgem. Wiener medizin. Zeitung. Nr. 41.) gr. 8°.

Regel, E., Reisen in den Süden von Ostsibirien, ausgeführt in den Jahren 1855—1859 durch G. Radde. Botanische Abtheilung. *Monopetalae*. Bd. IV, Heft 3. Moskau, 1870; 8°. — *Supplementum II. ad enumerationem plantarum a cl. Semonovio 1857 collectarum*. Fasc. I. Moskau, 1870; 8°. — *Revisio speciarum Crataegorum, Dracaenarum, Horkeliarum, Laricum et Azalearum*. 8°. — *Animadversiones de plantis vivis nonnullis horti botanici imperialis Petropolitani*. 8°. — Die Arten der Gattung *Dracaena*. Gr. 8°. — Einfluss des Wildlings auf das Edelreis. Gr. 8°. — Formen der Entwicklung der höheren Pflanzen und deren Einfluss auf unsere Culturen. Gr. 8°.

„Revue politique et littéraire" et „La Revue scientifique de la France et de l'étranger." Ire Année (2e Série), Nr. 38. Paris & Bruxelles, 1872; 4°.

Riccardi, P., Biblioteca matematica Italiana. Fasc. 3°. Modena, 1871; 4°.

Tessari, Domenico, Sopra la costruzione degli ingranaggi ad assi non concorrenti. (Ann. del R. Museo Industr. Italiano.) Torino, 1871; 8°.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXII. Jahrgang, Nr. 11. Wien, 1872; 4°.

Zeitschrift für Chemie, von Beilstein, Fittig & Hübner. XIV. Jahrgang. N. F. VII. Band, 17. Heft. Leipzig, 1871; 8°.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

LXV. Band.

DRITTE ABTHEILUNG.

4.

Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Physiologie, Anatomie und theoretischen Medicin.

X. SITZUNG VOM 11. APRIL 1872.

Herr Hofrath Dr. E. Brücke übermittelt eine Abhandlung, betitelt: „Studien über die Kohlenhydrate und über die Art, wie sie verdaut und aufgesaugt werden."

Herr Prof. A. Toepler in Graz übersendet eine für den „Anzeiger" bestimmte „vorläufige Bemerkung über eine verallgemeinerte Zerlegung der schwingenden Bewegung in periodische Componenten."

Herr Regrth. Dr. C. v. Littrow überreicht eine für die Denkschriften bestimmte Abhandlung, betitelt: „Bericht über die von den Herren Dir. C. Bruhns, Dir. W. Förster und Prof. E. Weiss ausgeführten Bestimmungen der Meridiandifferenzen Berlin—Wien—Leipzig."

Herr Dr. A. Schrauf legt die IV. Reihe seiner „Mineralogischen Beobachtungen" vor.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Anstalt, Königl. ungar. geologische: Mittheilungen. I. Band, 1. Heft. Pest, 1872; kl. 4°. — Évkönyvé. I. Kötet. 1871; II. Kötet, 1. füzet. Pest, 1872; kl. 4°.

Apotheker-Verein, allgem. österr.: Zeitschrift. 10. Jahrgang, Nr. 9 - 11. Wien, 1872; 8°.

Astronomische Nachrichten. Nr. 1881—1882. (Bd. 79, 9—10.) Altona, 1872; 4°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXIV, Nrs. 11—13. Paris, 1872; 4°.

Gesellschaft, Astronomische, zu Leipzig: Vierteljahrsschrift. VII. Jahrgang, 1. Heft. Leipzig, 1872; 8°.

— geographische, in Wien: Mittheilungen. Band XV (neuer Folge V.), Nr. 3. Wien, 1872; 8°.

— österr., für Meteorologie: Zeitschrift. VII. Band, Nr. 6. Wien, 1872; 4°.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXXIII. Jahrgang, Nr. 12—15. Wien, 1872; 4°.

Isis: Sitzungs-Berichte. Jahrgang 1871, Nr. 10—12. Dresden, 1872; 8°.

Istituto, R., Veneto di Scienze, Lettere ed Arti: Atti. Tomo I°, Serie IV°, Disp. 3°. Venezia, 1871—72; 8°.

Journal für praktische Chemie, von H. Kolbe. N. F. Bd. V, 3. & 4. Heft. Leipzig, 1872; 8°.

Landbote, Der steirische. 5. Jahrgang, Nr. 7. Graz, 1872; 4°.

Landwirthschafts-Gesellschaft, k. k., in Wien: Verhandlungen & Mittheilungen. Jahrgang 1872, Nr. 7—8. Wien; 8°.

Lotos. XXII. Jahrgang. Februar & März 1872. Prag; 8°.

Memorial de Ingenieros. Tomo XXV—XXVI. Madrid, 1870—1871; 8°.

Moniteur scientifique par Quesneville. 363° Livraison. Année 1872. Paris; 4°.

Museum of Comparative Zoology, at Harvard College, in Cambridge: Annual Report for 1870. Boston, 1871; 8°. — Bulletin. Vol. III, Nr. 1. 8°.

Nature. Nrs. 125—127, Vol. V. London, 1872; 4°.

Observations, Astronomical and Meteorological, made at the United States Naval Observatory during the Year 1868. Washington, 1871; 4°.

Osservatorio del R. Collegio Carlo Alberto in Moncalieri: Bullettino meteorologico. Vol. VI, Nr. 3. Torino, 1871; 4°.

Reichsanstalt, k. k. geologische: Verhandlungen. Jahrgang 1872, Nr. 5. Wien; 4°.

„Revue politique et littéraire“ et „La Revue scientifique de la France et de l'étranger. Ire Année (2e série), Nrs. 39—41. Paris & Bruxelles, 1872; 4°.

Société Impériale de Médecine de Constantinople: Gazette médicale d'orient. XVe Année, Nrs. 11—12. Constantinople, 1872; 4°.

Society, The Royal Geographical, of London: Proceedings. Vol. XV, Nr. 5; Vol. XVI, Nr. 1. London, 1871; 8°.

— The American Philosophical, at Philadelphia: Proceedings. Vol. XII, Nr. 86. Philadelphia, 1871; 8°.

Verein, naturwiss., in Hamburg: Abhandlungen. V. Band, 2. Abth. Hamburg, 1871; 4°. — Übersicht der Ämter-Vertheilung und wissenschaftlichen Thätigkeit in den Jahren 1869 & 1870. 4°.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXII. Jahrgang, Nr. 12—14. Wien, 1872; 4°.

Zeitschrift für Chemie, von Beilstein, Fittig & Hübner. XIV. Jahrgang. N. F. VII. Band, 18. Heft. Leipzig, 1871; 8°.

Studien über die Kohlehydrate und über die Art wie sie verdaut und aufgesaugt werden.

Von dem w. M. Ernst Brücke.

1. Stärke, Dextrin und Glykogen.

Eine Arbeit über die Verdauungsproducte der Stärke und deren Resorption, welche ich vor einiger Zeit begonnen hatte, nöthigte mich, weitere Untersuchungen über die verschiedenen Arten des Dextrins und über deren Eigenschaften anzustellen.

Die rechtsdrehende, aus Stärke erzeugte Substanz, welche Biot als Dextrin bezeichnete, bläute sich mit Jodtinctur, wie es auch alles oder doch fast alles Dextrin, das im Handel vorkommt, thut. Später indessen belegte Béchamp mit dem Namen Dextrin eine Substanz, die sich durch Jod nicht mehr färbte, während er das, was noch von Jodtinctur gefärbt wurde, als lösliche Stärke bezeichnete. (Annalen d. Chemie u. Pharmacie. Bd. C, S. 364 a. d. Comptes rend. XLII, 1210.)

In Übereinstimmung damit, heisst es in den französischen Lehr- und Handbüchern vom Dextrin, dass es von Jod nicht gefärbt werde. (Vergl. Regnault: Cours de chimie élémentaire, 2me ed. — Gerhardt: Traité de chimie organique. — Pelouze et Frémy: Traité de chimie.) In deutschen Büchern findet man theils dieselbe Angabe, theils heisst es, dass sich das Dextrin violett oder weinroth färbe. O. Nasse (De materiis amylaceis num in sanguine inveniantur disquisitio, Halis 1866) hat nun gezeigt, dass diese mehr oder weniger blaurothe Farbe eine gemischte ist, in welcher das Blau herrührt von löslicher Stärke (Nasse's Amidulin) und das Roth von einem Umwandlungsproducte der Stärke, das sich durch Jod schön roth färbt. Die-

ses letztere nennt Nasse Dextrin, während er das Dextrin Béchamp's, das sich nicht mehr durch Jod färbt, mit dem Namen Dextrinogen belegt [1].

Nicht besser stimmen die Angaben über das Verhalten des Dextrins gegen alkalische Kupferlösung überein. Meistens heisst es, dass sie in der Wärme vom Dextrin reducirt werde; indessen findet Kemper (Chem. Jahresbericht f. 1863, S. 571, a. d. Arch. Pharm. [2] CXV. 250), dass eine 1procentige Dextrinlösung nicht reducire, sondern nur eine concentrirtere, und Limpricht (Lehrbuch der organ. Chem. S. 591) hält es für wahrscheinlich, dass die Reduction von beigemengtem Zucker herrühre. Dieser letzteren Ansicht ist auch bereits practisch Folge gegeben worden, indem Forster (Chem. Centralblatt 1869, S. 110 a. d. polytechn. Journ. Bd. 190, S. 133) die alkalische Kupferlösung zur Bestimmung des Zuckers im käuflichen Dextrin anwendete, was natürlich keinen Sinn hat, wenn das Dextrin selbst reducirt und nicht blos der ihm etwa beigemengte Zucker. Auch Nasse (l. c.) ist derselben Ansicht wie Limpricht, denn er sagt von seinem sich durch Jod roth färbenden Dextrin: Plerisque in compendiis cuprum oxydatum cum alcali et dextrino coctum in cuprum oxydulatum transmutari errore traditur, quamquam difficile non est demonstrare sacchari dextrinum inquinantis hoc esse. Ferner adoptirt er für sein Dextrinogen die Angabe, welche Musculus (Ann. d. chim. et d. phys. 1865, Oct. 177) von seinem (sich durch Jod nicht färbenden) Dextrin macht, indem er sagt: La dextrine ne reduit pas le tartrate cupro-potassique.

Ich muss zuvörderst bemerken, dass Nasse vollkommen Recht hat, wenn er die blaue oder blaurothe Farbe, welche das käufliche Dextrin mit Jod gibt, von beigemengter löslicher Stärke ableitet. Dass dies richtig sei, davon kann man sich nach seinem Vorgange überzeugen, indem man der Lösung das Jod nach und nach hinzufügt; dann wird sie, wenn sie hinreichend concentrirt

---

[1] Da, wo ich in den folgenden Blättern von Jodlösung spreche, ist bei meinen eigenen Versuchen immer Jodkaliumjodlösung gemeint die sehr wenig Jodkalium enthielt. Das Reagens wurde bereitet, indem in eine stark verdünnte Jodkaliumlösung so viel Jod eingetragen wurde, dass sich nichts mehr löste, und diese Mutterflüssigkeit wurde dann in kleineren Portionen bis zur weingelben Farbe mit Wasser verdünnt und verbraucht.

ist, anfangs rein blau, weil das Jod sich zunächst mit der Stärke verbindet. Nun verdünnt man mit Wasser, das Blau wird entsprechend lichter, man verdünnt bis zum ganz lichten Blau, dann fügt man mehr Jod hinzu und die Flüssigkeit wird intensiv roth, weil sich das weiter hinzugefügte Jod mit dem Dextrin verbindet und die so entstandene rothe Farbe die blaue verdeckt. Da ferner Alkohol aus wässerigen Lösungen des käuflichen Dextrins zuerst vorzugsweise die lösliche Stärke (Nasse's Amidulin) fällt, so kann man sich durch fractionirte Fällung reines, d. h. von Stärke freies Dextrin verschaffen, dessen Lösungen sich bereits durch den ersten Tropfen Jodtinctur roth und nicht blau färben, und diese Farbe auch bei weiterem Jodzusatz beibehalten, so lange sie nicht etwa in grösserer Menge überschüssiges Jod ins Gelbrothe zieht.

Es handelt sich also bei der Feststellung der Eigenschaften des Dextrins nur um Nasse's Dextrin und um Nasse's Dextrinogen. Da letzteres von den französischen Chemikern allgemein als Dextrin bezeichnet wird, so will ich es in dem Folgenden, um eine unzweideutige Benennung zu haben, als Achroodextrin bezeichnen, während ich Nasse's Dextrin, das sich mit Jod roth färbt, Erythrodextrin nennen will.

Ich gehe nun zu meinen eigenen Versuchen über.

Nach der Methode von Payen (befeuchten mit Salpetersäure, trocknen und rösten; vergl. Frémy et Pelouze: Traité de chimie) bereitetes, von Stärke freies Dextrin wurde mit Kali und schwefelsaurem Kupferoxyd gekocht, bis keine weitere Reduction stattfand. Aus der vom Niederschlage abfiltrirten Flüssigkeit fällte dann Alkohol reichliche Mengen von Dextrin, das sich mit Jodtinctur roth färbte. Die Lösung dieses Dextrins reducirte nicht mehr und es ist dadurch bewiesen, dass das Erythrodextrin kein Reductionsvermögen besitzt; aber der Lösung kam auch eine andere Eigenschaft nicht zu, welche in den Büchern den Dextrinlösungen nachgerühmt wird: die Eigenschaft, mit Kali und schwefelsaurem Kupferoxyd eine blaue Lösung zu bilden. Sie war farbig getrübt durch etwas fein vertheiltes Oxydulhydrat, das mit durchs Filtrum gegangen war und sich theilweise wieder oxydirte, aber sie löste nichts mehr von Oxydhydrat auf: die geringste Menge von schwefelsaurem Kupferoxyd, die zu der

alkalischen Flüssigkeit gesetzt wurde, brachte einen bleibenden türkisenfarbenen Niederschlag hervor.

Um nun zu untersuchen, ob das Achroodextrin reducire, kochte ich Stärke so lange mit verdünnter Schwefelsäure, bis die Lösung durch Jodtinctur nicht mehr gefärbt wurde und schlug dann das Dextrin mit Alkohol nieder. Das auf diese Weise gewonnene Product kochte ich mit Kali und schwefelsaurem Kupferoxyd bis bei weiterem Zusatz des letzteren die Flüssigkeit grün blieb. Sie wurde filtrirt und eine Probe mit Zusatz von noch etwas Kali erhitzt. Sie schwärzte sich, offenbar indem fein vertheiltes Oxydhydrat in der Hitze sein Wasser verlor; aber auch bei längerem Kochen wurde nur eine äusserst geringe Menge gelben Oxydulhydrats ausgeschieden. Auch bei Zusatz von neuem schwefelsaurem Kupferoxyd konnte keine stärkere Reduction erhalten werden: im Gegentheile, sie wurde nun, wo die Flüssigkeit von Oxydhydrat getrübt war, ganz unmerklich. Es wurde nun eine Portion der Flüssigkeit mit verdünnter Schwefelsäure durch einige Zeit gekocht und dann eine Probe derselben nach dem Erkalten mit Kali übersättigt und wieder erwärmt. Sie entfärbte sich und liess eine reichliche Menge von gelbem Oxydulhydrat fallen. Einer zweiten Probe wurde ausser Kali noch so lange Kupfervitriollösung zugesetzt, als der entstehende Niederschlag sich wieder auflöste, und dann erwärmt. Auf diese Weise wurde noch eine bedeutend grössere Menge von Oxydulhydrat erhalten.

Einen Versuch mit analogem Resultate stellte ich folgendermassen an: Ich digerirte reine Stärke mit gepulvertem Malz, filtrirte und gewann dadurch eine Flüssigkeit, welche Achroodextrin und Zucker enthielt. Das aufgelöste Gemenge beider wurde mit Kali und schwefelsaurem Kupferoxyd im Wasserbade digerirt und dann filtrirt. Das grüne Filtrat, in dem also nun der Zucker zerstört war, setzte, mit mehr Kali gekocht, kein Oxydul oder Oxydulhydrat mehr ab, sondern blieb, abgesehen davon, dass die Farbe um ein ganz geringes heller wurde, unverändert. Nun wurde eine Probe derselben Flüssigkeit erst mit verdünnter Schwefelsäure und dann mit Kali gekocht und gab ein reichliches Präcipitat. Ein noch reichlicheres erhielt ich von einer zweiten Probe, der nach dem Kochen mit Schwefelsäure ausser dem

Kali auch noch schwefelsaures Kupferoxyd hinzugesetzt worden war.

Es ist hiernach ausser Zweifel, dass ein nicht reducirendes Achroodextrin, wie es Musculus und Nasse beschreiben, existirt: aber ich vermisse in der Literatur den Beweis, dass daneben nicht noch ein reducirendes vorkomme. Die Angabe von Musculus kann nicht als ein solcher angesehen werden. Erstens sagt er, dass sein Dextrin etwas in Alkohol löslich sei, es muss also auch zugegeben werden, dass der Alkohol, mit dem er extrahirte, ein reducirendes Achroodextrin ausgezogen haben konnte; zweitens sagt er aber auch gar nicht, dass er eine absolut nicht reducirende Flüssigkeit in Händen hatte, sondern er sagt nur, das Dextrin reducire nicht, was er auch daraus geschlossen haben kann, dass die Reduction im Vergleiche zu der angewendeten Dextrinmenge ganz unbedeutend war. Endlich bediente er sich einer Probeflüssigkeit, welche der Kritik nicht vollständig Stich hält. Man sollte sich doch endlich darüber klar werden, dass die Reduction nicht immer durch schön rothe oder gelbe Niederschläge angezeigt wird, sondern dass die schmutziggelben Trübungen, die von fein vertheiltem Oxydulhydrat herrühren, eben sowohl eine Reduction anzeigen, ja dass die letztere sich blos durch Entfärbung der Flüssigkeit manifestiren kann. Letzteres geschieht überall da, wo Substanzen in der Flüssigkeit sind, welche das gebildete Oxydul in Auflösung erhalten. Diese Erscheinungsweise der Reduction übersieht man häufig ganz, wenn man sich des von Musculus angewendeten Reagens bedient, weil man zu viel Kupferoxydsalz in der Flüssigkeit hat. Um sie sicher zu beobachten, muss man die Probe mit Kali versetzen und dann nur so viel Kupferlösung zufügen, dass sie deutlich blau gefärbt ist. Nun hat man zu erwärmen und zu beobachten, ob die Farbe bleibt, beziehungsweise sich in Grün umändert, oder ob sie, ohne dass sich ein schwärzliches Pulver ausscheidet, verblasst, und dann zu versuchen, ob man sie durch Reoxydation, durch Schütteln der Flüssigkeit mit Luft oder durch Stehenlassen an derselben im flachen Gefässe, wieder herstellen kann. Mehr, als dass in der untersuchten Flüssigkeit eine reducirende Substanz in grösserer oder geringerer Menge enthalten sei, erfährt man durch die Trommer'sche Probe überhaupt

nicht, und wenn man die kleinsten Spuren einer solchen aufsuchen will, so muss man sie immer so anstellen, wie ich es hier angegeben, weil man bei Anwendung vorbereiteter Flüssigkeiten, wie die von Fehling und die von Barreswil, kleine Mengen leicht übersieht.

Man kann wohl sagen, es sei kein Grund vorhanden, ein reducirendes Achroodextrin anzunehmen; aber der positive Beweis, dass das Reductionsvermögen der verschiedenen käuflichen Dextrinsorten ausschliesslich von beigemengtem Zucker herrühre, ist bis jetzt nicht erbracht[1]. Mag man ihn als überflüssig ansehen, weil alle reichlich reducirenden Dextrinlösungen sich auch mit Kali bräunen, wie es Zuckerlösungen thun, so weicht man damit einer zweiten Frage doch nicht aus, der Frage, ob denn der hier reducirende Zucker schon in seiner ganzen Masse die gewöhnliche Glycose sei.

Ich habe nach der Methode von Payen bereitetes, sehr feinkörniges Dextrin mehrmals hintereinander mit Weingeist ausgekocht, ohne dass es mir gelungen wäre, ihm sein Reductionsvermögen ganz zu nehmen. Ich habe ferner mit Hilfe von Malz bereitetes Achroodextrin, das durch Weingeist aus seiner Lösung gefällt war, so zuckerhaltig gefunden, dass es nicht nur reichlich reducirte, sondern auch sehr deutlich süss schmeckte, und dies war nicht nur nach dem ersten Ausfällen der Fall, sondern auch nach dem Wiederauflösen des Productes und nochmaligem Fällen mit Weingeist, obgleich nur so viel Weingeist zugesetzt wurde, um einen Theil des Achroodextrins auszufällen und dieses dann noch mit Weingeist gewaschen wurde. Eine Probe von anderem durch Kochen mit Schwefelsäure bereiteten Achroodextrin habe ich quantitativ auf sein Reductionsvermögen untersucht und gefunden, dass es unter der Voraussetzung, dass die Reduction

---

[1] Neuerlich haben H. Rumpf und Ch. Heinzerling angegeben, dass Kupferoxydsalze bei Gegenwart von Dextrin und Alkali allein nicht reducirt werden, dass aber dies langsam geschehe, wenn zugleich Weinsäure zugegen sei, indem dann Dextrin in Zucker umgewandelt werde. (Med. Centrbl. 1871, S. 543. a. d. Zeitschr. f. anal. Chem. 1870, S. 358. Chem. Centrbl. 1871, S. 446.) Für meine Versuche würde dies nicht in Betracht kommen, da ich mich weder der Weinsäure noch der weinsauren Salze bei denselben bedient habe.

ausschliesslich durch Glycose bewirkt werde, über 10 Pct. derselben enthalten musste. Eine andere Portion von Achroodextrin, das mittelst Malz bereitet, durch Alkohol ausgefällt, wieder aufgelöst und noch einmal ausgefällt war, würde nach derselben Voraussetzung noch über 5 Pct. Glycose enthalten haben. Man kann nun allerdings annehmen, dass das Dextrin, indem es sich ausschied, diese Mengen von Glycose mit sich gerissen habe, vielleicht auch, dass während der Procedur des Trocknens und Wiederauflösens (es wurde stets nach dem Trocknen des alkoholfeuchten Niederschlages derselbe noch einmal in wenig Wasser gelöst und wieder zur Trockne eingedampft, weil durch blosses Trocknen nicht jede Spur von Weingeistgeruch und Geschmack entfernt werden kann) ein Theil des Achroodextrins sich in Zucker umgewandelt habe; aber andererseits bleibt auch die Möglichkeit, dass zuerst ein von der gewöhnlichen Glycose verschiedener, in Alkohol schwerer löslicher Zucker gebildet wird, der erst nachträglich in Glycose übergeht. Bekanntlich ist ein solcher Zucker als Malzzucker beschrieben worden, der aber wiederum von Anderen nicht anerkannt, sondern für ein Gemenge von Glycose und Dextrin gehalten wird.

Ich habe dieser Zweifel erwähnen müssen, um die Grenzen unseres Wissens auf diesem Gebiete strenger als bisher zu ziehen, da es mir nicht gelungen ist, sie hinwegzuräumen.

Vorläufig werde ich in diesen Blättern folgende Substanzen unterscheiden:

1. Stärke, die sich mit Jod bläut, davon die unveränderte, die gequellte (Kleister) und die lösliche (Nasse's Amidulin).
2. Erythrodextrin, das sich mit Jod roth färbt.
3. Achroodextrin, das sich mit Jod nicht färbt (Nasse's Dextrinogen), aber durch Alkohol aus seinen wässerigen Lösungen gefällt wird.
4. Zucker, der reducirt und sich mit Kali bräunt.

In neuerer Zeit hat Griesmayer sich mit dem Dextrin beschäftigt [1]. Er unterscheidet gleichfalls ein Dextrin, das sich

[1] Über das Verhalten von Stärke und Dextrin gegen Jod und Gerbsäure: Liebig u. Wöhler's Annalen, Bd. 160, S. 40.

mit Jod roth färbt, und ein solches, das sich mit Jod gar nicht färbt; das eine nennt er Dextrin I und das zweite nennt er Dextrin II. Sein Dextrin II ist offenbar identisch mit Nasse's Dextrinogen, meinem Achroodextrin. Sein Dextrin I, das sich mit Jod röthet, stimmt mit Nasse's Dextrin, meinem Erythrodextrin überein: aber in einem Punkte ist Griesmayer offenbar über dasselbe im Irrthum. Er schreibt ihm eine grössere Verwandtschaft zum Jod zu, als der Stärke. Er stützt sich darauf, dass sehr wenig Jod im Stärkekleister keine blaue, sondern eine röthlich-violette Färbung hervorruft, was er von einem vermeintlichen Dextringehalte selbst des ganz frischen Stärkekleisters ableitet. Die Angabe, dass wenig Jod in frischem Kleister eine röthliche Farbe hervorruft, ist richtig. Auch sieht man, wenn man frischen jodirten Kleister erwärmt, das Blau nicht direct verblassen, sondern vorher in einen röthlicheren Ton übergehen, und mit demselben kehrt auch beim Erkalten die Färbung wieder zurück [1]. Aber dieser röthliche Ton kann nicht von Erythrodextrin herrühren, denn O. Nasse hat, wie vor ihm Naegeli [2], nachgewiesen, dass sich in einer Lösung, die gleichzeitig Stärke und

[1] Die Erklärung, welche von E. Baudrimont — (Compt. rend. LI, p. 825 (1860); vergl. auch die gegentheiligen Angaben und Versuche von Schönbein (Journ. f. pract. Chem. LXXXIV, p. 385) und von E. Kraut (L. Gmelin, Hamb. d. organ. Chem. 4. Aufl. IV, 554, ferner Naegeli in den Münchner akad. Sitzungsberichten, 1862, II, S. 284. ff.) — vom Verblassen der Jodstärke in der Wärme gegeben wurde, als ob das Jod dabei vollständig aus der Flüssigkeit entweiche, sich aber im leeren Theile des Probirglases ansammle und beim Erkalten die Färbung durch erneuten Eintritt in die Flüssigkeit wieder hervorrufe, finde ich, wie andere vor mir, unrichtig. Allerdings geht ein Theil des Jods beim Erwärmen fort, aber das Wiedererscheinen der Farbe rührt nicht von reassorbirtem Jod her, denn wenn man nur den unteren Theil des Probirglases in kaltes Wasser taucht, so färbt sich die untere Partie allein, während die darüber stehende langsamer erkaltende Flüssigkeit noch farblos bleibt.

[2] Schon im Jahre 1862 (l. c. S. 288) schrieb Naegeli in den Münchener Sitzungsberichten: „In einem Gemenge von Dextrinlösung und Stärkekleister nimmt der letztere das Jod zuerst auf und verliert es zuletzt wieder." Er zeigte auch, dass man eine durch Jod weinroth gemachte Dextrinlösung durch Stärkemehl entfärben kann, indem dasselbe das Jod an sich zieht und sich als blauer Bodensatz auf dem Grunde ablagert.

Erythrodextrin enthält, die Stärke zuerst färbt und dann erst das Erythrodextrin. Ich habe seine Versuche an natürlichen und künstlichen Gemengen von Erythrodextrin und löslicher Stärke oft wiederholt und immer bestätigt gefunden. Namentlich sehr schön ist es, in verdünnten Lösungen zu sehen, wie sich in der lichtblauen Flüssigkeit bei weiterem Jodzusatz eine rothe Wolke bildet.

Hiermit fällt auch das zusammen, was Griesmayer über die stete Anwesenheit von Dextrin im frischem Stärkekleister sagt. Er nimmt zwar auch Achroodextrin in demselben an, hat aber hierfür keinen anderen Grund als den, dass der allererste Jodzusatz, wenn er hinreichend klein bemessen ist, gar keine Färbung hervorruft. Wenn man in frischem Kleister nach Achroodextrin sucht, indem man ihn in der weiter unten zu beschreibenden Art mit Tannin ausfällt und das Filtrat in Alkohol tröpfelt, oder indem man mit Weingeist fractionirt, so erhält man stets ein negatives Resultat.

Das was ich soeben über die relative Grösse der Verwandtschaft von Stärke und Erythrodextrin zu Jod gesagt habe, bezieht sich auf die gewöhnliche Zimmertemperatur (18° C.). Bei höheren Temperaturen scheint die Verwandtschaft beider nahezu gleich gross zu sein, denn einerseits habe ich violette Gemenge von jodirter gelöster Stärke und jodirtem Erythrodextrin beim Erwärmen vor dem Erblassen blau werden sehen, andererseits habe ich aber auch gesehen, dass die erwärmte und verblasste Flüssigkeit sich beim Erkalten zunächst mehr roth färbte.

Es war für meine Versuche nöthig, möglichst gute Scheidungsmittel für die einzelnen hier behandelten Substanzen zu haben. Den meisten Werth erlangte für mich behufs der Trennung von Stärke und Dextrin, die auch von Griesmayer benutzte Gerbsäure, die ich aber in der Regel nicht, wie er, in verdünnter Lösung, sondern in Substanz angewendet habe. Wenn man dem zu untersuchenden Gemenge eine hinreichende Quantität pulverförmiger Gerbsäure zusetzt und es damit bis zur Auflösung der letzteren durchschüttelt und filtrirt, so bleibt alle Stärke, auch die vorher gelöste (Amidulin) auf dem Filtrum, während die Dextrine ins Filtrat übergehen. Es handelt sich aber darum, diese hinreichende Menge richtig zu treffen. Auch in Dextrinlösungen, so-

wohl in solchen von Achroodextrin als in solchen von Erythrodextrin, bringen concentrirte Gerbsäurelösungen (Griesmayer wandte nur solche an, die 3·5 Grm. reinen Tannins in 300 CC. Wasser enthielten) Niederschläge, beziehungsweise Trübungen hervor. Man setzt deshalb anfangs wenig Gerbsäure zu, filtrirt, versetzt, wenn noch Stärkereaction vorhanden ist, von neuem mit Tannin und sofort, bis dieselbe geschwunden. Zeigt nach dem Verschwinden der Stärkereaction das Jod auch kein Erythrodextrin mehr an, so kann das etwa vorhandene Achroodextrin durch Alkohol gefällt werden. Weniger einfach ist die Sache, wenn, wie gewöhnlich zugleich Erythrodextrin vorhanden ist. Dieses lässt sich zwar leicht durch Zusatz einer hinreichenden Menge [1] von Jodkaliumjodlösung nachweisen, aber es erschwert die Auffindung des Achroodextrins. Bei der Leichtigkeit, mit der letzteres in wässerigen Lösungen theilweise in Zucker übergeht, kenne ich keinen besseren Weg, es gesondert neben Erythrodextrin zu bestimmen, als den mit Weingeist zu fractioniren. Zuerst fällt die Stärke, wenn solche nicht vorher durch Gerbsäure entfernt wurde, dann das Erythrodextrin, dann das Achroodextrin, das immer auch eine grössere oder geringere Zuckermenge mit sich reisst, wie ich dies bereits oben (S. 131 u. 132) erwähnt habe. Obgleich man es nicht vermeiden kann, mit dem Erythrodextrin schon einen Theil des Achroodextrins zu fällen, so genügt dies Verfahren doch, um nicht nur aus Stärkekleister, den man mit Malzinfus digerirt hat, sondern auch aus dem Gemenge, das man durch Kochen von Stärke mit verdünnter Schwefelsäure erhält, Achroodextrin abzuscheiden. Da aber, wo man, wie bei Verdauungsversuchen, mit beschränktem Materiale arbeitet, gewährt dies Verfahren bei negativen Resultaten keine Sicherheit mehr, und ich werde mich deshalb enthalten müssen, über das Achroodextrin in den Verdauungsproducten derart bestimmte Angaben, wie über Erythrodextrin und Zucker, zu machen.

Ich habe mich bis jetzt nicht veranlasst gesehen, das basisch essigsaure Blei, oder das Barytwasser als Scheidungsmittel in Gebrauch zu ziehen, dagegen habe ich bei früheren Versuchen

---

[1] Siehe Griesmayer über die Gründe, weshalb bei zu wenig Jod in gerbsäurehaltiger Lösung keine Reaction erzielt wird.

die combinirte Wirkung von Jod und schwefelsaurem Natron benützt. Wenn man zu einer Stärkelösung reichlich Jod hinzusetzt und dann schwefelsaures Natron bis zur Sättigung einträgt, so scheidet sich alle Jodstärke aus, gleichviel ob sie sich aus Kleister oder aus Amidulin gebildet hat, und wenn man filtrirt, so läuft eine klare wasserhelle oder durch überschüssig zugesetztes Jod gelblich gefärbte Flüssigkeit ab. Macht man denselben Versuch mit Erythrodextrin, so scheidet sich dasselbe nicht aus, sondern geht durchs Filtrum, so dass das Filtrat von Erythrodextrin so tief roth gefärbt ist wie die Flüssigkeit, welche man aufgegossen hat. Man kann also aus einer Lösung, welche gleichzeitig Dextrin und Stärke enthält, die letztere auf diesem Wege abscheiden. Ich habe ihn indessen später zu Gunsten der Gerbsäuremethode verlassen, weil ich fand, dass kleine Quantitäten von Dextrin, grossen Stärkemengen beigemischt, von der sich ausscheidenden Jodstärke mitgerissen werden. Auch beim blossen Zusatze von Jodkaliumjodlösung im Überschuss zu sauren Lösungen von Amidulin scheidet sich dieses beim Stehen grösstentheils aus und kann auf dem Filtrum zurückgehalten werden, aber zur Scheidung von Amidulin und Erythrodextrin ist dies Verfahren nicht brauchbar, weil aus Gemengen beider theils jodirtes Amidulin mit durchs Filtrum geht, theils Dextrin auf demselben zurückbleibt. Wenn neben der Stärke eine relativ bedeutende Menge von Erythrodextrin vorhanden ist, so kann man es auf folgendem Wege leicht nachweisen. Man versetzt eine wenn nöthig angesäuerte filtrirte Probe mit so viel Jodlösung, dass sie blau wird, dann verdünnt man sie, bis das Blau einigermassen blass geworden und fügt wieder ein wenig Jod hinzu, bringt dasselbe noch eine blaue Wolke hervor, so verdünnt man weiter und macht dieselbe Probe noch einmal, und so fort, bis statt der blauen Wolke eine rothe erscheint. Es verbindet sich nämlich, wie erwähnt, alles Jod mit der Stärke so lange, bis diese vollständig in Jodstärke übergeführt ist, dann aber mit dem Erythrodextrin.

Ich muss noch aufmerksam machen auf die Unterschiede, welche sich zeigen, je nachdem die Umwandlung der Stärke durch verschiedene Agentien eingeleitet wird.

Das im Handel vorkommende Dextrin wird bekanntlich meist durch blosses Rösten von roher Stärke erzeugt. Es enthält viel lösliche Stärke und daneben wahres Dextrin; daher die bald mehr blaue, bald mehr weinrothe Farbe, welche es mit Jod annimmt. Es schmeckt nicht süss, aber es reducirt, wenn auch langsam und nicht reichlich. Ich habe solches Dextrin unter Händen gehabt, das selbst in ziemlich concentrirter Lösung erst nach längerem Kochen einen unbedeutenden Niederschlag von Kupferoxydul gab.

Ein ganz anderes Product erhält man nach der Methode von Payen. Nach dieser verdünnt man zwei Theile Salpetersäure von 36—40° mit 300 Theilen Wasser und rührt mit der so erhaltenen Flüssigkeit 100 Theile reiner Stärke an. Nachdem man möglichst vollständig gemischt, trocknet man die zu Broten geformte zähe Masse an der Luft, bis sie zerbrechbar wird, pulvert sie und röstet sie bei 110—120°. Nach dieser Vorschrift, die ich dem Lehrbuche der Chemie von Pelouze und Frémy entnehme, erhält man ein fast weisses, leicht gelbliches Pulver, welches sich vollständig in Wasser löst, mit Jod rein roth färbt und neben Erythrodextrin noch Achroodextrin und Zucker enthält. Letzteren nach der in einer alkalischen Kupferlösung bewirkten Reduction zu urtheilen, in ziemlicher Menge [1].

Wenn man 50 Theile Stärke mit 200 Theilen Wasser und 4 Theilen käuflicher englischer Schwefelsäure im Wasserbade digerirt, nach einiger Zeit eine Probe nimmt und filtrirt, so färbt sich das Filtrat mit Jodtinctur violett. Versetzt man die Probe statt mit Jodtinctur mit Gerbsäure, so entsteht ein reichlicher Niederschlag, man fügt nun Gerbsäure hinzu, so lange sich der Niederschlag noch rasch vermehrt und filtrirt. Was auf dem Filtrum bleibt, ist der Hauptmasse nach eine Verbindung der Gerbsäure mit Amidulin, das Filtrat färbt sich nun mit Jodtinctur tief roth. Es enthält Erythrodextrin in beträchtlicher Menge. Die vio-

---

[1] Im polytechnischen Notizenblatt, 1871, Nr. 22, empfiehlt Ficinus, 300 Theile Kartoffelstärke mit 1500 Theilen Wasser und 8 Theilen Oxalsäure auf dem Wasserbade zu erwärmen, bis die Stärkereaction verschwunden ist. Man soll eine Ausbeute von 220 Theilen Dextrin erhalten. Ich habe bis jetzt die hierbei entstehenden Producte nicht untersucht.

lette Farbe, welche die ursprüngliche Probe mit Jod annahm, rührte also vom Zusammenwirken des Blau der Stärkereaction mit dem Roth der Dextrinreaction her. Je länger man digerirt, um so mehr geht die Farbe in Roth über, weil immer mehr Stärke in Dextrin umgewandelt wird. Bekanntlich färbt sich nach längerer Einwirkung der Säure die Flüssigkeit mit Jod nicht mehr, und endlich wird sie auch nicht mehr durch Alkohol gefällt, weil die Umwandlung in Stärkezucker vollendet ist. Bei diesem Processe ist das erste Product lösliche Stärke; davon kann man sich überzeugen, wenn man wenig Stärke mit viel sehr verdünnter Schwefelsäure zu einer milchigen Flüssigkeit aufschüttelt, bis zum Durchsichtigwerden derselben erwärmt und dann durch ein doppeltes Filtrum filtrirt, bis ein völlig klares Filtrat erzielt ist. Dies klare Filtrat enthält nur Stärke, kein Dextrin. Hiermit stimmt es auch überein, dass auch durch Aufkochen von Stärke mit Weinsäure und ebenso durch Digeriren von Kleister mit sehr verdünnter Chlorwasserstoffsäure bei 38° C. Amidulin erhalten wird. Demnächst bildet sich bei unserem Schwefelsäureprocess Erythrodextrin, das sich in bedeutender Menge ansammelt, um dann in Achroodextrin und in Zucker überzugehen. Ich muss Nasse beistimmen, dass man bei diesem Processe Achroodextrin stets nur in geringer Menge gewinnt, denn wenn das Erythrodextrin gänzlich geschwunden ist, so ist auch nicht viel Achroodextrin mehr vorhanden. Die Menge, die früher etwa vorhanden war, lässt sich nicht bestimmen, da man beim Fällen des Erythrodextrins immer einen Theil mit niederschlägt.

Ganz anders stellt sich der Process dar, wenn man die Umwandlung der Stärke durch Malzaufguss bewirkt. Wenn man, nachdem die Digestion einige Zeit gedauert hat, eine Probe herausnimmt, so färbt sich diese durch Jodtinctur zwar auch roth, wenn man sie aber mit einer hinreichenden Gerbsäuremenge versetzt und filtrirt, so färbt sich das Filtrat mit Jod nicht mehr. Die Substanz, welche die Jodreaction gegeben hatte, ist durch die Gerbsäure ebenso leicht wie Stärke gefällt worden: dies bestätigt auch die Untersuchung des Filterrückstandes, der sich mit Jod roth färbt. Wenn man eine andere Probe nimmt und sie mit Jodkaliumjodlösung im Überschuss versetzt und mit verdünnter Chlorwasserstoffsäure ansäuert, so senkt sich die ganze

gefärbte Masse zu Boden und darüber steht eine klare, gelblich gefärbte Flüssigkeit. Die sich durch Jod rothfärbende Substanz unterscheidet sich also wesentlich vom Erythrodextrin, wie wir es durch den Payen'schen Process und durch das Kochen mit verdünnter Schwefelsäure erhalten haben. Ich will sie vorläufig der Kürze halber mit dem Namen Erythramylum bezeichnen. Wir werden später, bei der Verdauung, noch mehrfach mit ihr zu thun haben und ich will deshalb hier etwas näher auf ihre Natur eingehen.

Wenn man die Umwandlung der Stärke beim Malzprocess Schritt für Schritt verfolgt, so findet man, dass sie sich durch Jod anfangs blau, dann violett, dann purpurfarben und endlich roth färbt, nachdem immer mehr und mehr von ihrer Substanz in Lösung übergegangen ist. Dieser sich roth färbende Rest ist unser Erythramylum. Wenn man dasselbe, nachdem die Diastase oder beziehungsweise das anderweitige Ferment, mittelst dessen man umgewandelt hat (Speichel, Pankreassaft), zerstört oder unwirksam gemacht ist, mit neuem Stärkekleister mengt und vorsichtig Jodlösung hinzufügt, so wird das Gemenge anfangs roth, wenn man aber mehr Jod zusetzt, so wird es blau. Erythramylum, das man durch Jod roth gefärbt hat, ohne davon einen Überschuss hinzuzufügen, färbt Stärkekleister nicht und wird von demselben nicht entfärbt. Aber Jodstärkekleister, der keinen Überschuss an Jod enthält, wird durch ungefärbtes Erythramylum entfärbt. Diese Versuche zeigen, dass das Erythramylum grössere Verwandtschaft zum Jod hat, als die sich mit Jod blau färbende Granulose, indem es dasselbe da, wo es in ungenügender Menge vorhanden ist, ausschliesslich für sich in Anspruch nimmt. Hiermit hängt folgende Erscheinung zusammen. Wenn das Ferment so weit eingewirkt hat, dass die Flüssigkeit sich bei Sättigung mit Jod nicht mehr schwarzblau, aber noch tief violett färbt, so tritt diese Färbung bei allmäligem Jodzusatz nicht sofort ein; die ersten kleinen Jodmengen machen die Flüssigkeit roth und erst wenn man weiter und weiter Jod zusetzt, geht die Farbe in Violett über. Eine ähnliche Erscheinung beobachtet man aber, wie bereits oben erwähnt wurde, schon am ganz frischen und unveränderten Kleister. Auch hier tritt bei vorsichtigem Jodzusatz

zuerst ein röthlicher Ton auf[1], der erst bei weiterem Jodzusatz in Blau übergeht und beim Erwärmen und Wiedererkalten geht die Farbe auch durch Weinroth, ehe sie verblasst und ehe sie vollständig als Blau wiederkehrt. Die Versuchsbedingungen sind hier nur ungünstiger, weil die sich blau färbende Granulose noch in sehr grosser Menge vorhanden ist und deshalb leicht das Roth verdeckt. Hier tritt also schon die rothe Jodreaction auf, ehe noch ein Ferment einwirkte, und sie rührt sicher nicht von Dextrin her, da der sich färbende Körper das Jod vor der Granulose für sich in Anspruch nimmt. Man hat also auch keine Ursache, das Erythramylum als ein Umwandlungsproduct anzusehen, man muss es für den Rest der Amylumkörner halten, der nach der Verwandlung der Granulose übrig geblieben ist, und da rohe Stärke ähnliche Farbenunterschiede zeigt, je nachdem sie sehr wenig oder mehr Jod aufgenommen hat[2], so muss man in

---

[1] Diese Angabe gilt zunächst für Kleister aus Weizenstärke. Bei Kartoffelstärkekleister ist es nicht so. Hier ist die Farbe zuerst lichtblau. Wenn man solchen mit Jod angefärbten Kleister mikroskopisch untersucht, so findet man, dass die durch das Kochen in weiche Ballen umgewandelten Stärkekörner zum Theil blau gefärbt sind, zum Theil gar nicht. Diejenigen, die das Jod zuerst an sich gerissen hatten, hatten davon an die übrigen nichts abgegeben, und die Farbe, welche die Masse darbot, war also ein Gemisch aus Blau und Weiss. Durch Verdauen mit Speichel bekommt man auch aus Kartoffelstärke Erythramylum. Wird Jodkleister aus Kartoffelstärke erhitzt, so verblasst er, ohne vorher roth zu werden, wenn man ihn aber dann wieder erkalten lässt, wird er hell weinroth. Es kann dies von einer Veränderung herrühren, die er durch das Erhitzen mit dem Reagens erlitten hat; es kann aber auch lediglich darin seinen Grund haben, dass das nun überall gleichmässig vertheilte Jod sich, der stärkeren Verwandtschaft folgend, zuerst mit dem Erythramylum verbindet.

[2] Wenn man Weizenstärke mit Wasser anrührt und dann wenig Jodlösung hinzusetzt, so erscheint zwar zunächst da, wo das Jod hinzugekommen ist, ein blauer Fleck, wenn man aber dann anhaltend umrührt, so wird das Ganze rosenroth bis weinroth. Die Farbe des einzelnen Kornes ist dabei so schwach, dass es unter dem Mikroskop nahezu ungefärbt erscheint. Das Jodkalium in der Jodlösung ist hierbei ganz unwesentlich, denn man kann zu der mit Wasser angeriebenen Stärke mit demselben Erfolge einen Tropfen alkoholische Jodtinctur setzen. Kartoffelstärke verhält sich bei diesen Versuchen ganz ähnlich wie Weizenstärke, nur ist die Farbe etwas mehr violett. Durch Jod schwarzblau gefärbte rohe Weizenstärke kann man durch Auswaschen mit Wasser wieder weinroth machen.

ihnen eine mit Naegeli's Cellulose eng verbundene, sich mit Jod roth färbende Substanz, Erythrogranulose, annehmen, welche grössere Verwandtschaft zum Jod hat als die Granulose und der Einwirkung der Fermente länger widersteht. Das Erythramylum ist übrigens bereits vor langer Zeit gesehen worden. Es wurde nur nicht in der Weise unterschieden, wie es hier geschehen ist. Strahl und Lieberkühn sahen schon in den vierziger Jahren, als sie rohe Stärke mit dem Aufguss von Gänsepankreas behandelten, die Körner sich so verändern, dass sie durch Jod anfangs blau, dann violett, dann roth, dann nur noch gelblich gefärbt wurden, und Naegeli hat bei seinen berühmten Untersuchungen über das Stärkemehl das Erythramylum vielfach unter Händen gehabt; aber er leitete die rothe Färbung theils davon her, dass die Granulose mit mehr Cellulose gemischt war, theils daher, dass das Jod beim Ein- und Austritt aus der Stärke die Anordnung seiner kleinsten Theile ändere [1].

Kehren wir jetzt zu unserem Malzprocess zurück und denken wir uns die Digestion weiter fortgesetzt. Es schwindet dann die sich durch Jod roth färbende Substanz entweder ganz oder es bleibt ein Rest. Dieser bleibt aber dann auch nicht in der Flüssigkeit suspendirt. Beim Erkalten bildet sich ein schleimiger Bodensatz, der sich mit Jod roth färbt, während die darüber stehende Flüssigkeit von Jod nicht gefärbt wird.

Erythrodextrin wird beim Malzprocess zwar auch gebildet, aber durch die weitere Einwirkung des Fermentes bald wieder zerstört. Erythrodextrin häuft sich deshalb nur da in grösserer Menge an, wo die Diastase in unzureichender Menge vorhanden ist; dagegen aber enthält die mit Jod sich nicht mehr färbende Flüssigkeit noch bedeutende Mengen von Achroodextrin, und der Malzprocess ist entschieden der vortheilhafteste, wenn es sich darum handelt, Achroodextrin in grösserer Quantität zu gewinnen. Bekanntlich gibt Musculus an, dass das Achroodextrin von der Diastase überhaupt nicht mehr verändert werde, dass man es dagegen durch Säure, wenn auch langsam, in Zucker umwandeln könne, und dass es derselben Umwandlung auch allmälig in gährenden Flüssigkeiten unterliege. Er hält überhaupt das Dex-

[1] Münchner akad. Sitzungsberichte. Jahrg. 1862 und 1863.

trin (er meint das Achroodextrin, denn er gibt an, dass es sich mit Jod nicht färbe) nicht für ein Umwandlungsproduct, sondern für ein Spaltungsproduct der Stärke; sie zerfällt seiner Ansicht nach unter der Einwirkung der Diastase in Dextrin und Zucker. Es lag nicht im directen Wege meiner Untersuchungen, zu ermitteln, ob diese Ansicht richtig sei, oder ob sie verworfen zu werden verdient, wie sie von den meisten verworfen wird. Auch ist die Lösung dieser Frage, bei der Schwierigkeit die es hat, das Achroodextrin quantitativ zu bestimmen, nicht ganz leicht. Da ich aber die Erfahrung machte, dass bei kürzerer oder längerer Einwirkung der Diastase, und auch da, wo dieselbe aller Voraussicht nach in bedeutendem Überschuss vorhanden sein musste, noch grosse Mengen von Achroodextrin in der Flüssigkeit enthalten waren; machte ich ein paar quantitative Versuche, um zu sehen, ob das Achroodextrin wirklich, der früheren Annahme entgegen, durch die Diastase keine Veränderung erleidet.

Ich digerirte Stärkekleister mit Malzmehl, aber nur so lange, bis ich nach der Beschaffenheit der sich verflüssigenden Masse erwarten konnte, ein stärkefreies Filtrat zu bekommen. Ich filtrirte, das Filtrat färbte sich nicht mehr durch Jod. Eine Probe desselben wirkte noch auf Stärkekleister, enthielt also noch wirksame Diastase. Nun mass ich vom Filtrat zwei Portionen, jede von 45 CC. ab. Während die eine ruhig bei gewöhnlicher Zimmerwärme stehen blieb, wurde die andere im Wasserbade langsam auf 72° Cels. erwärmt und dann noch 15 Minuten zwischen 72° und 70° digerirt. Dann wurden beide Portionen mit gleichen Mengen Alkohol gefällt und die Niederschläge auf gewogenen Filtren gesammelt und getrocknet. Der der gewärmten Portion wog 1·0017 Grm., der der nicht gewärmten 1·0447 Grm. Ich digerirte ferner eine andere Portion Stärkekleister mit Malzmehl. Ich liess erkalten und absetzen. Die abgehobene Flüssigkeit färbte sich mit Jod nicht. Ich mass davon zwei gleiche Portionen ab und ausserdem zwei gleiche Portionen eines frischen, kalt bereiteten Malzinfuses. Von diesen vier Portionen mischte ich zwei, eine Portion des Filtrates und eine Portion des Malzinfuses, innig mit einander. Dann setzte ich die drei Gläser in ein Wasserbad, erwärmte langsam bis 60° C. und digerirte dann noch drei Stunden lang bei 60—55°. Hierauf mass ich behufs

der Fällung des Achroodextrins zwei gleiche Mengen Weingeist von $95^{1}/_{2}$ Volumprocent Alkohol ab. In die eine Portion schüttete ich die gemischte Flüssigkeit, in die andere die beiden vorher nicht gemischten Flüssigkeiten. Die Niederschläge wurden auf gewogenen Filtren gesammelt und getrocknet. Der der gemischten Flüssigkeit wog 1·343 Grm., der der beiden getrennten Flüssigkeiten wog 1·427 Grm. Wenn also eine Einwirkung der Diastase auf das Achroodextrin existirt, so ist dieselbe jedenfalls sehr schwach und nicht zu vergleichen mit der energischen Einwirkung der Diastase auf die Stärke. Es stimmen diese Resultate mit einer Angabe Schwarzer's überein, der, während er in Rücksicht auf die Menge des gebildeten Zuckers Payen, dem Gegner von Musculus, beistimmt, doch sagt, dass mit dem Verschwinden der Jodreaction die Zuckerbildung in der Hauptsache beendigt sei und durch weitere Einwirkung der Diastase nur noch wenig Zucker gebildet werde. (Chem. Centralbl. 1870, S. 295.)

Auf Erythrodextrin wirkt die Diastase ähnlich energisch wie auf Stärke. Mischt man eine Erythrodextrinlösung mit kaltem Malzinfus, so verschwindet bei gewöhnlicher Zimmertemperatur die Jodreaction erst in Stunden, aber bei 42° schon bedeutend schneller und zwischen 60 und 70° schon in wenigen Minuten. Kocht man aber das frisch bereitete Gemisch rasch auf, so findet man die Jodreaction noch nach dem Kochen, weil die Diastase schneller zerstört wurde als sie wirken konnte.

Eine Arbeit über den Ursprung und die Verbreitung des Glykogens, welche gleichzeitig in meinem Laboratorium im Gange war, veranlasste mich, das Verhalten desselben gegen Reagentien näher zu prüfen und mit dem von Amidulin und von Erythrodextrin zu vergleichen. Es ist bekannt, dass es letzterem darin gleicht, dass es sich mit Jod roth färbt, sich aber dadurch von ihm unterscheidet, dass es niemals klare, sondern stets opalisirende Lösungen gibt. Durch basisch essigsaures Blei werden dieselben milchig getrübt, aber der Niederschlag setzt sich schwer ab. Durch basisch essigsaures Blei, das noch mit Ammoniak versetzt ist, entsteht sofort ein reichlicher Niederschlag, desgleichen auch durch Barytwasser. Durch Gerbsäure wird das Glykogen aus seinen sauren, und, bei grossem Überschuss des Fällungsmittels, auch aus seinen vorher

neutralen Lösungen gefällt. Durch Versetzen mit Jodkaliumjodlösung und Eintragen von krystallisirtem schwefelsaurem Natron wird das Glykogen nicht gefällt. Es verhält sich darin völlig verschieden vom Amidulin und analog dem Erythrodextrin.

Nasse fand, dass das Glykogen durch 1procentige Schwefelsäure in der Wärme zuerst in einen dextrinähnlichen Körper umgewandelt werde, der sich vom Glykogen nur dadurch unterschied, dass er klare Lösungen bildete. Bei weiterem Kochen entstand ein Achroodextrin (Dextrinogen Nasse) und Zucker.

2. Die Verdauung der gekochten Stärke.

Ich fütterte eine Reihe Hunde, nachdem sie einen Tag gehungert hatten, mit Stärkekleister, der mit etwas Fett und Salz nehmbarer gemacht worden war. In einigen Fällen wurde statt des Stärkekleisters ein Brei von gewöhnlichem Weizenmehl angewendet. Die Hunde wurden dann in Zeiten von 1—5 Stunden nach der Nahrungseinnahme theils durch Curare, theils mittelst Verbluten getödtet. Der Inhalt des Magens und der des oberen Theiles des Dünndarms wurden gesondert herausgenommen und untersucht. Von den Versuchen wurden einige schon vor längerer Zeit, die weiteren im Laufe der Jahre 1871 und 1872 angestellt. Sie stimmten, mit einer weiter unten zu erörternden Ausnahme, alle in ihren Resultaten wesentlich überein. Die letzteren waren in ihren Hauptpunkten folgende: Im Magen fand sich je nach dem Stadium der Verdauung und der Masse des Gefressenen eine grössere oder geringere Menge von Stärkekleister, welcher bald weniger, bald mehr ausgelaugt, das heisst bald weniger, bald mehr, und endlich bis zur völligen Überführung in Erythramylum seiner Granulose beraubt war. Ausserdem fand sich lösliche Stärke und Erythrodextrin in reichlicher Menge. Letzteres namentlich gegen Ende der Magenverdauung. Achroodextrin bildet sich unzweihelhaft im Magen, aber es scheint sich nicht in grösserer Menge daselbst anzuhäufen; so dass ich es bei dem Hinderniss, welches die gleichzeitige Gegenwart von Erythrodextrin darbietet, nicht darstellen konnte. Bei einem Hunde, der mit Mehlbrei gefüttert war, erhielt ich zwar nach dem Ausfällen des Erythro-

dextrins, bei weiterem Zusatz von Alkohol noch einen reichlichen Niederschlag; derselbe bestand aber aus stickstoffhaltigen Substanzen. Er bildete, nachdem er vom Alkohol befreit war, mit Wasser eine trübe Lösung; dieselbe wurde angesäuert und mit Jodquecksilberkalium ausgefällt, dann filtrirt. Das Filtrat wurde durch Alkohol nicht gefällt. Es war also auch hier keine neben dem Erythrodextrin nachweisbare Menge von Achroodextrin vorhanden gewesen. Der Niederschlag hatte seiner ganzen Masse nach aus stickstoffhaltigen Substanzen bestanden, die wahrscheinlich grösstentheils von den Eiweisskörpern des Weizenmehls herrührten. Auch Zucker war, wenn derselbe nicht schon in der Nahrung enthalten gewesen, entweder gar nicht oder nur in sehr geringer Menge im Magen vorhanden. Ich sage, wenn derselbe nicht schon in der Nahrung enthalten gewesen; denn das war er in denjenigen Fällen, in welchen ich nicht mit Stärkekleister, sondern mit Weizenmehlbrei gefüttert hatte, da ja das Mehl selbst schon Zucker enthält. Ausserdem war in einem Versuche dem Futter noch Zucker zugesetzt worden. Von allen Versuchen aber, in denen reiner Stärkekleister verfüttert wurde, gab nur ein einziger eine reichlichere Zuckermenge, und selbst bei diesem war das Resultat kein ganz unzweifelhaftes. Ich hatte nämlich, nachdem ich mit Alkohol die Stärke und das Dextrin ausgefällt hatte, das Filtrat mit Ammoniak neutralisirt und abgedampft. Der Rückstand, welcher sich mit Kali bräunte und reichlich Kupferlösung reducirte, reagirte trotz des Neutralisirens wieder stark sauer. Dies hing offenbar mit der leichten Zersetzbarkeit der Ammoniaksalze zusammen; aber damit war auch die Möglichkeit gegeben, dass sich beim Abdampfen Dextrin in Zucker umwandeln konnte. Dies Dextrin musste aber dann Achroodextrin gewesen sein, da das Erythrodextrin durch Alkohol vollständig gefällt wird. Also entweder Zucker oder Achroodextrin war hier in einiger Menge vorhanden gewesen. Der Verlauf der Untersuchung wird übrigens zeigen, dass die Veränderung und Umwandlung der Stärke im Magen keineswegs immer genau denselben Gang zu gehen braucht.

Im Dünndarm fand sich immer Zucker, auch wenn kein solcher in der Nahrung enthalten war, und zwar stets in beträchtlich grösserer Menge als im Magen, versteht sich dann, wenn bereits

ein Theil des Mageninhaltes in den Dünndarm übergetreten war. Dagegen fehlte hier das Erythrodextrin ganz oder fast ganz; es war selbst dann, wenn noch beträchtliche Mengen löslicher oder selbst unveränderter Stärke im Dünndarm vorhanden waren, nur in sehr geringer Menge oder gar nicht zu finden. Häufig fand sich im Dünndarm zwar Zucker, aber gar kein sich mit Jod färbendes Product, weder Stärke noch Erythrodextrin, manchmal fand sich Kleister, mehr oder weniger verändert, in Flocken, seltener lösliche Stärke in einiger Menge. In einem Falle, in dem der gekochten Stärke rohe beigemengt worden war, fanden sich von derselben beträchtliche Mengen im Dünndarm.

Gehen wir nun zur Discussion dieser Versuchsresultate über, so ist die erste beachtenswerthe Thatsache, welche uns entgegentritt, die, dass im Magen auch nach einer stärkemehlreichen Mahlzeit in der Regel nur geringe Spuren von Zucker vorkommen, obgleich der Speichel einerseits theils schon im Maule mit dem Kleister in Berührung kommt, andererseits noch während der Verdauung von Zeit zu Zeit verschlungen wird. Die geringen Spuren, von welchen ich spreche, sind nur nachgewiesen durch die gewöhnlichen Zuckerproben, d. h. durch Gelbwerden der Flüssigkeit beim Kochen mit Kali und durch die Trommer'sche Kupferprobe. Die Böttger'sche Wismuthprobe, die bei der Untersuchung des Harns den grossen Vorzug vor der Trommer'schen hat, dass bei ihr weder Harnsäure noch Kreatinin eine Reduction verursacht, konnte ich hier nicht anwenden, weil sich noch im Alkoholextract ein schwefelhaltiger Körper fand, der bei Anstellung dieser Probe Schwefelwismuth bildete. Dass die reducirende Substanz wirklich Zucker sei, dafür konnte, obgleich wohl hier kein ernstlicher Zweifel obwaltet, der volle Beweis nur durch die Gährungsprobe geführt werden, wie ich ihn seinerzeit für das Vorkommen von Zucker im Urin gesunder Menschen geführt habe[1]. Aber das Verfahren, dessen ich mich damals mit gutem Erfolge zur Abscheidung des Zuckers bediente, hätte hier wegen des gleichzeitig vorhandenen Dextrins und wegen der gleichzeitig vorhandenen Bestandtheile des Speichels und Magensaftes we-

[1] Diese Berichte, Bd. 39, S. 13.



sentlich abgeändert und complicirt werden müssen. Ausserdem würde ein einzelner Versuch, der Inhalt eines einzelnen Hundemagens, nicht leicht das hinreichende Material dargeboten haben. Ich habe diese Untersuchung deshalb ganz unterlassen. Es schien mir gegenüber der feststehenden Thatsache, dass der Speichel Stärkekleister in Zucker umsetzt, nicht von wesentlicher Bedeutung, ob das eine oder das andere Mal im Magen gar kein Zucker gefunden wird, oder eine sehr geringe Menge, es schien mir eben nur von Bedeutung, dass auch bei noch so reichlicher Fütterung mit Stärke sich in der Regel Zucker in grösserer Menge im Magen nicht vorfindet, wenn er nicht als solcher schon im Futter enthalten war. Diese Thatsache ist seit vielen Jahren bekannt und ich habe sie bei Hunden und bei Kaninchen (an anderen Thieren habe ich keine Versuche darüber angestellt) mit der oben citirten Ausnahme immer bestätigt gefunden. Eine Übertreibung ist es nach meinen Erfahrungen, wenn behauptet wird, es finde sich nach reiner Stärkefütterung überhaupt gar kein Zucker im Magen.

Im Jahre 1861, als Dr. Krassilnikoff sich in meinem Laboratorium mit Verdauungsversuchen beschäftigte, forderte ich ihn auf, zu untersuchen, in wie weit die Angabe begründet sei, dass der saure Magensaft die Wirkung des Speichels auf den Stärkekleister aufhebe. Er kam durch Versuche mit künstlicher Verdauungsflüssigkeit zu dem Resultate, dass in ihr die Umwandlung von Kleister in Dextrin fortgehe, aber die weitere Umwandlung in Zucker gehindert sei und dass das Hinderniss ausschliesslich in der Säure liege, das Pepsin dabei ganz unbetheiligt sei. Ich spreche von diesen Versuchen nur aus dem Gedächtniss, indem ich mir damals über dieselben nichts aufgeschrieben habe und auch Dr. Krassilnikoff, wenigstens in deutscher Sprache, nichts darüber veröffentlicht hat, da er nach Russland zurückkehren musste, ehe sie ihren Abschluss gefunden hatten. Ich muss auch daran erinnern, dass damals das Erythramylum noch nicht als solches unterschieden, und Dextrin und lösliche Stärke nicht so streng zu trennen waren, wie jetzt. Man konnte eine klare Flüssigkeit, die sich mit Jod weinroth färbte, schlechthin als Dextrinlösung bezeichnen, während man jetzt weiss, dass sie mehr oder weniger lösliche Stärke enthält, wenn sie sich nicht

rein roth färbt, ohne jeden Stich ins Bläuliche. In neuerer Zeit ist die hindernde Wirkung, welche Säuren auf die Zuckerbildung ausüben, von Paschutin (Reichert und du Bois Archiv 1871, Heft III) in zahlreichen Versuchen geprüft worden. Die Resultate aller dieser Versuche erklären den Thatbestand, wie man ihn bei Hunden vorfindet, ganz gut, indem bei der Geschwindigkeit, mit der sie den Kleister hinabschlingen, vor dem Eintritt desselben in den Magen keine in Betracht kommenden Zuckermengen gebildet werden können. Bei Kaninchen verweilt die Stärke allerdings länger im Munde und unterliegt länger der Einwirkung des Speichels bei alkalischer Reaction; aber hier handelt es sich in der Regel um rohe Stärke und diese wird viel langsamer verändert. Ausserdem muss man berücksichtigen, dass der gelöste Zucker direct resorptionsfähig ist und dass ausserdem im Magen die Bedingungen für die Milchsäuregährung vorhanden sind und daselbst aus Zucker, beziehungsweise Dextrin und Stärke, erwiesener Massen[1] Milchsäure gebildet wird, so dass der etwa durch den Speichel gebildete Zucker bald wieder verschwinden kann.

Gross können indessen die Zuckermengen, welche auf diese Weise verschwinden, wenigstens in den ersten Stunden der Verdauung nicht sein, denn sonst müsste auch der im Mehlbrei natürlich enthaltene Zucker im Magen bald verschwinden, was, wie wir oben gesehen haben, nicht der Fall ist. Es bleibt also immer das Resultat, dass nur wenig Zucker gebildet wird, und dies lässt sich bei den grossen Speichelmengen, die verschluckt werden, nur auf die hindernde Wirkung der Magensäure zurückführen.

Die zweite in die Augen springende Erscheinung bestand in der grossen Menge von löslicher Stärke und von Erythrodextrin, welche ich nach Kleisterfütterung im Magen der Hunde fand.

In Rücksicht auf die lösliche Stärke ist die saure Beschaffenheit des Magensaftes von wesentlicher Bedeutung. Der Stärke-

---

[1] Vergl. Bidder und Schmidt, Verdauungssäfte und Stoffwechsel, Mitau und Leipzig 1852, S. 44; ferner Heintz, Lehrbuch der Zoochemie, Berlin 1853, S. 253 u. 254.

kleister enthält an sich schon Amidulin. Wenn man einen dünnen Stärkekleister filtrirt, so erhält man ein Filtrat, das sich mit Jod bläuet, aber es ist nicht vollkommen klar. Wenn man den Stärkekleister mit Chlorwasserstoffsäure ansäuert und ihn dann filtrirt, so erhält man ein vollkommen klares Filtrat, aber es fliesst äusserst spärlich und enthält weniger Stärke als das vom nicht angesäuerten Kleister. Wenn man dagegen Stärkekleister ansäuert, so dass er $^1/_2$ Grm., 1 Grm., 2 Grm., 3 Grm. oder 4 Grm. ClH im Liter enthält und ihn dann bei 38° digerirt, so findet man ihn nach einer oder mehreren Stunden in zwei Schichten getrennt. Die obere ist vollkommen klar oder nur von einzelnen grösseren Flocken getrübt, die untere besteht aus flockig zusammengeballtem Stärkekleister. Wenn man nun die klare Flüssigkeit abhebt und filtrirt, so findet man, dass sie reichlich Amidulin enthält. Auch bei nicht angesäuertem dünnem Kleister, den man bei 38° digerirt, tritt eine solche Scheidung ein, aber sehr viel später. Auch dadurch trägt die Magensäure zur Anhäufung der löslichen Stärke im Magen bei, dass sie dieselbe conservirt und sie vor der Einwirkung des Speichels schützt, der sie bei neutraler oder schwach alkalischer Reaction schnell, und schneller, als die noch in Flocken zusammenhängende Stärke (Kleister), in Dextrin und Zucker umwandelt.

Nicht so leicht versteht man die Anhäufung von Erythrodextrin im Mageninhalte. Durch Säuregrade, wie sie im Magen vorkommen, wird aus Stärke bei 38° Cels. kein Erythrodextrin gebildet. Ich habe hierüber zahlreiche Versuche, zunächst mit Chlorwasserstoffsäure angestellt. Ich begann mit einer sehr verdünnten, die im Liter nur $^1/_2$ Gramm ClH enthielt, und stieg bis zu einer solchen, die 8 Gramm im Liter enthielt, und selbst diese hatte nach $3^1/_2$ Stunden noch kein Erythrodextrin gebildet; die Flüssigkeit enthielt nur Kleister in Flocken und Amidulin. Ähnliche Versuche mit Milchsäure und mit Phosphorsäure gaben mir gleichfalls kein Erythrodextrin. Andererseits lassen sich aber auch bei der Umwandlung der Stärke durch Speichel, wenn derselbe im Überschuss vorhanden ist, kaum Spuren von Erythrodextrin isoliren. Allerdings färbt sich, nachdem der Speichel eine gewisse Zeit eingewirkt hat, das Gemenge, wenn man es mit etwas Chlorwasserstoffsäure ansäuert, durch Jodkaliumjodlösung

weinroth; aber wenn man solche hinzusetzt, so lange die Farbe sich noch vertieft, und dann ruhig stehen lässt; so senken sich alsbald violette Flocken nieder und die darüberstehende Flüssigkeit wird farblos. Sucht man aus einer andern Probe mittelst Gerbsäure die Stärke auszufällen und so das Erythrodextrin von derselben zu isoliren, so erhält man entweder gar keines oder nur geringe Spuren. Die Substanz, welche sich färbte, war also dieselbe, deren ich bei der Wirkung der Diastase erwähnt habe, und die ich Erythramylum nannte.

Nur wenn der Speichel im Verhältniss zu der umzusetzenden Stärke in sehr geringer Menge vorhanden ist, häuft sich Erythrodextrin in grösseren, manchmal in sehr bedeutenden Mengen an, offenbar, weil dann die Verwandlung nicht sofort weiter fortschreitet. In dieser unzureichenden Einwirkung des Speichels könnte man deshalb die wesenlichste Quelle des vorgefundenen Erythrodextrins suchen, aber ich glaube, man muss sich hüten, die Ergiebigkeit derselben zu überschätzen. Wenn einmal der Mageninhalt bis zu einem gewissen Grade sauer geworden ist, so kann der Speichel da, wo er in relativ geringer Menge vorhanden ist, wie ich gleich näher zeigen werde, überhaupt nicht mehr wirken, weil solche relativ geringe Mengen nicht mehr im Stande sind, die Säure hinreichend abzuschwächen; er kann nur da noch wirken, wo er massenhaft, wo er im Überschuss auftritt, und dabei gibt er keine Veranlassung zur Anhäufung von Erythrodextrin, da er dasselbe sofort weiter verändert. Diese Art der Erythrodextrinbildung würde also wesentlich auf die erste Zeit der Verdauung beschränkt sein, und gerade diese ist es nicht, in der sich das Erythrodextrin im Hundemagen anzuhäufen pflegt.

Ich habe mich deshalb noch nach anderen Quellen umgesehen. Nachdem ich mich von der völligen Unwirksamkeit des Pepsins bei der Bildung von Erythrodextrin überzeugt hatte, handelte es sich nun darum, zu ermitteln, ob ein Theil desselben etwa der gleichzeitigen Wirkung von Speichel und von Säure seinen Ursprung verdanke. Ich fand hierbei, dass, wenn man Speichel neutralisirt, und dann eine ihm gleiche Menge verdünnter Salzsäure zusetzt, die 2 Gramm ClH im Liter enthält, dieses Gemisch, wenn es vorher gehörig durchgeschüttelt wird, die

Stärke nicht mehr umwandelt. Sie gibt mit ein wenig Kleister bei 38° digerirt nur Amidulin, wie es die verdünnte Salzsäure für sich allein auch thut. Dasselbe gilt von allen Gemischen, welche noch mehr Säure enthalten. Richtet man aber dieselben so ein, dass sie nur $^1/_2$ Gramm freies ClH oder weniger im Liter enthalten, so wird die Stärke noch umgewandelt. Da Paschutin bei seinen, mit verdünnter Schwefelsäure angestellten Versuchen fand, dass der Speichel durch die Säure um so leichter unwirksam gemacht wird, je verdünnter er ist, so muss ich hinzufügen, dass in meinen Versuchen im Minimum ein Viertheil, im Maximum die Hälfte des Gemisches aus frischem Mundspeichel bestand[1].

Auch diese Versuche führten mich zu keinem positiven Resultate. Wenn sich auch das eine oder das andere Mal die vom Gerbsäureniederschlage abfiltrirte Flüssigkeit mit Jod etwas entschiedener röthete, so waren die so nachzuweisenden Mengen von Erythrodextrin doch immer äusserst gering. Es kam mir deshalb der Gedanke, dass vielleicht nicht die gleichzeitige, sondern die successive Wirkung von Speichel und von Säure die Ursache der Anhäufung einer etwas beträchtlicheren Menge von Erythrodextrin im Magen sein möge.

Ich liess Speichel so lange auf Kleister einwirken, bis eine Probe desselben sich, angesäuert und mit Jodlösung versetzt, nicht mehr blau, sondern röthlich violett färbte. Dann setzte ich soviel verdünnte Salzsäure hinzu, dass das Gemisch 1 Gramm ClH im Liter enthielt, schüttelte durch, nahm eine Probe ab, um sie auf Erythrodextrin zu untersuchen und digerirte den Rest bei 38° Cels. Nach einigen Stunden untersuchte ich auf Erythrodextrin und fand nun, dass ich dasselbe entschiedener nachweisen konnte als in der ersten Probe. Es ist hierbei ganz gleichgiltig, ob der ursprünglich einwirkende Speichel alkalisch oder schwach sauer ist, wenn er nur noch wirken kann, und es ist auch gleichgiltig, ob man, um seine Einwirkung später zu sistiren, etwas mehr Salzsäure zusetzt, als nöthig ist, so dass das Gemisch 2 oder 3 Gramm ClH im Liter enthält. In verschiedenen

[1] Während sonst die Versuche an Hunden angestellt wurden, habe ich mich zu den Speichelversuchen des Speichels von Menschen bedient.

Versuchen fand ich die Zunahme an nachweisbarem Erythrodextrin bald grösser und bald geringer, aber doch mit wenigen Ausnahmen deutlich.

Was nun die successive Einwirkung von Speichel und Säure im lebenden Körper anlangt, so ist sie keineswegs allein, oder auch nur in erster Reihe auf die Wirkung des Speichels im Munde zu beziehen. Es kommt für sie in erster Reihe in Betracht, dass während der Verdauung eine grosse Menge von Speichel verschluckt wird, und dass sich dieser nicht sofort mit dem Mageninhalte innig vermischt. Dazu fehlen die mechanischen Bedingungen. Die Diffusion erfolgt zwischen den colloiden Substanzen, mit denen wir hier zu thun haben, langsam. Manchmal findet man noch in dem ausgeleerten Mageninhalte eine zusammenhängende Lache von Speichel, die sich durch ihre schleimige und schaumige Beschaffenheit leicht als solche kenntlich macht, und noch in den späteren Stadien der Verdauung sieht man graue Streifen von Speichel den Mageninhalt durchziehen, die sich leicht als solche kenntlich machen durch den Staub und die Haare, welche ihnen beigemischt sind. Es existiren also immer Grenzschichten, in denen Speichel und Kleister zusammenkommen und der erstere noch nicht so reichlich mit Säure gemischt ist, dass er nicht die Stärke verändern könnte, während dann, wenn die Säure zunimmt, die normale Wirkung des Speichels sistirt, aber durch langsame Digestion noch Erythrodextrin gebildet oder vielleicht schon gebildetes aber mit der Kleistermasse noch mechanisch verbundenes Erythrodextrin aufgelöst und ausgezogen wird. Beim Verschlucken von neuem Speichel entstehen neue Grenzschichten u. s. w. Es ist also wesentlich für diesen Hergang, dass Speichel und saurer Magensaft nicht von vornherein mit einander gemischt sind, sondern dass der erstere allmälig und in kleinen Portionen durch die Speiseröhre zufliesst, während der letztere von den Magenwänden abgesondert wird.

Hieran knüpft sich die Betrachtung, dass durch die Einnahme von gekochter Stärke, nicht, wie dies durch die Einnahme von Zucker geschehen kann, auf dem Wege der Milchsäuregährung eine übermässige Säurebildung eintritt. Wenn die Säuremenge im Magen geringer ist, so wird unter der Einwirkung des Speichels sehr bald Zucker entstehen und dieser kann

wiederum in Milchsäure umgesetzt werden; wird aber die Menge der Säure grösser, so wirkt sie hindernd auf das Speichelferment zurück und die Zuckerbildung durch Speichel kann ganz aufgehoben werden. Bringt man dagegen grössere Zuckermengen in den Magen, so können sie, abgesehen davon, dass sie die Absonderung von saurem Magensaft veranlassen, möglicher Weise Milchsäure bilden, so lange noch etwas von ihnen vorhanden ist.

Obgleich nun in dem Vorstehenden die Bildung und Anhäufung einer gewissen Menge von Erythrodextrin in annehmbarer Weise aus der Einwirkung des Speichels erklärt worden ist, so habe ich doch die Ansicht gewonnen, dass der grössere Theil des Erythrodextrins, welches man im Magen findet, nicht aus dieser Quelle stammt.

Ich kann aus ihr im Grossen und Ganzen nur das Erythrodextrin herleiten, welches sich bereits in einer früheren Periode der Verdauung bildet, und das ist in der Regel nicht die Hauptmasse. Ich bin auch über den Ursprung der später auftretenden Dextrinmengen nicht in Zweifel.

Wenn man dünnen Stärkekleister mit käuflicher unaufgekochter Milch mischt und das Gemisch bei der Temperatur von 38° digerirt, so findet man es nach 4—5 Stunden sauer reagirend, und wenn man es filtrirt und das Filtrat mit Jod prüft, so zeigt sich sofort und ohne dass man vorher den Rest der Stärke mit Tannin ausgefällt hätte, durch die weinrothe Färbung eine grosse Menge von Erythrodextrin an. Es kann für den Augenblick unentschieden bleiben, ob in der Milch als solcher ein Ferment enthalten sei, welches die Stärke in Dextrin umwandelt oder ob es der Process der Milchsäuregährung sei, der die Umwandlung der Stärke vermittelt.

Zunächst lässt sich zeigen, dass die Milch als solche nicht nothwendig ist. Nimmt man statt der Stärke feines, kleberreiches Weizenmehl, kocht davon einen dünnflüssigen Brei und bringt ihn in die Temperatur von 38°, so wird er darin sauer und zugleich weicht die Reaction der Stärke immer mehr der rothen des Erythrodextrins. Ist die blaue Stärkereaction ganz verschwunden, so ist das Erythrodextrin reichlich in der oben stehenden, mehr oder weniger klaren, sauer reagirenden Flüssigkeit

enthalten, während am Boden ein flockiger Niederschlag liegt, der sich als der Hauptmasse nach aus Erythramylum bestehend erweist. Hier geht der Process viel langsamer als bei Milchzusatz, und meist zeigt sich das Erythrodextrin erst nach 24 Stunden oder später in einiger Menge. Geringe Quantitäten, die man erst durch Fractioniren mit Alkohol oder mit Tannin suchen muss, kommen nicht in Betracht, da sie schon im Mehl als solchem enthalten sind.

Fügt man aber aus einem Glase, dessen Inhalt sich schon in saurer Gährung befindet, etwas zu einem frischen Mehlbrei, so geht derselbe früher in saure Gährung über und bildet damit auch früher Erythrodextrin.

Selbst dünner Stärkekleister macht, wenn auch langsam, denselben Process durch, auch ohne dass man ihm ein Ferment zusetzt, wenn man ihn nur nicht vor solchem schützt. Man braucht nur Griesmayer's Abhandlung zu lesen, um dort dieselben Veränderungen sogar bei gewöhnlicher Zimmertemperatur auftreten zu sehen, freilich verhältnissmässig langsam, denn erst am fünften Tage färbte sich in seinen Versuchen der Stärkekleister mit Jod violett, und am achten bis neunten roth.

In den in Milchsäuregährung begriffenen Kleistermassen, welche ich untersucht habe, fand sich ausser dem Dextrin auch Zucker vor, und da es dieser und nicht die Stärke ist, woraus zunächst die Milchsäure entsteht, so ist es klar, dass eine Fermentwirkung vorhergehen muss, welche die Stärke theilweise in Dextrin und Zucker umwandelt, und es kann dann nur noch fraglich sein, ob die Milchsäuregährung als solche, diesen Umsetzungsprocess noch befördert oder nicht. Im Magen kann diese Umsetzung zunächst durch den Speichel eingeleitet werden; da sie aber auch ausserhalb des Magens und ohne Speichel, wenn auch viel langsamer, eintritt, so muss man annehmen, dass sie durch ein oder mehrere sehr verbreitete Fermente bedingt werden kann, und es liegt nahe zu vermuthen, dass dasselbe Ferment, welches die Milchsäuregährung als solche hervorruft, auch den vorbereitenden Process, die Umwandlung der Stärke in Dextrin und Zucker, einleiten könne. Dass solches Ferment im Magen immer in grösserer oder geringerer Menge vorhanden sei, können wir kaum bezweifeln; denn ganz abgesehen von den

Wirkungen, welche man den Sekreten seiner Drüsen oder einzelnen Bestandtheilen derselben als solchen zuschreiben mag, wird von aussen alles Mögliche in ihn hineingebracht, und ausserdem ist das Ferment in ihm offenbar permanent vorhanden, denn es wird sicher selten in der Vollkommenheit gereinigt, mit der ein Milchmädchen ihre Näpfe reinigt, damit die Milch darin nicht sauer werde.

Die Umwandlung der Stärke durch die Milchsäuregährung oder durch das Ferment derselben kommt noch zu Stande bei Säuregraden, bei welchen der Speichel schon gänzlich unwirksam ist, und dies ist jedenfalls von Bedeutung für den Verdauungsprocess. Ich versetzte frischen dünnen Mehlkleister mit ein wenig von einem andern, der bereits in saurer Gährung begriffen war, und füllte ihn in verschiedene Gläser. Mit Hilfe von Wasser und einer Salzsäure, die 5 Grm. ClH im Liter enthielt, wurde dann so gemischt, dass der Inhalt in allen Gläsern gleich verdünnt war, aber in zweien derselben neutral blieb, in zweien $^1/_2$ Grm., in zweien 1 Grm., in zweien $1^1/_2$ Grm., in zweien 2 Grm. und in den zwei letzten $2^1/_2$ Grm. ClH im Liter enthielt. Alle Gläser wurden in ein Wasserbad von 38° Cels. gesetzt. In den beiden neutralen Flüssigkeiten erschien das Erythrodextrin zuerst und dieselben nahmen dabei saure Reaction an. Dann erschien es in den Flüssigkeiten mit 0·0005 ClH, dann in den mit 0·001 ClH. Der Inhalt der Gläser mit mehr als 1 Grm. ClH im Liter zeigte nach mehr als drei Tagen noch kein Erythrodextrin. Da warf ich in je eines der Gläser dieser drei Gläserpaare etwas zerquetschtes Fleisch von einem Tags vorher getödteten Kaninchen und am nächsten Tage enthielten auch diese Erythrodextrin in Menge, während die Gläser von gleichen Säuregraden, in die kein Fleisch geworfen war, noch kein Erythrodextrin enthielten. Da es bei diesen Versuchen nicht darauf ankam, die ersten Spuren von Dextrin zu erfassen, denn kleine Mengen von Erythrodextrin enthält das Weizenmehl ja von vorn herein, sondern vielmehr darum, das Stadium zu finden, wo sich dasselbe bereits in einiger Menge gebildet hatte, so wurden die Proben in folgender Weise angestellt. Ich nahm eine kleine Menge der zu untersuchenden Flüssigkeit und verdünnte sie, je nachdem sie schon stark sauer reagirte oder nicht, mit Wasser oder mit sehr verdünnter (1 pro

mille) Chlorwasserstoffsäure. Dann setzte ich verdünnte Jodkaliumjodlösung in kleiner Menge hinzu. Die dunkelblaue Flüssigkeit verdünnte ich weiter bis sie lichtblau geworden war und fügte von neuem einige Tropfen Jodlösung hinzu. So fuhr ich mit abwechselndem Verdünnen und Zufügen von Jodlösung fort. bis die hineinfallenden Tropfen in der lichtblauen Flüssigkeit entweder eine rothe Wolke hervorbrachten, indem sie, nachdem bereits alle noch vorhandene Stärke mit Jod gesättigt war, das Erythrodextrin färbten, oder bei Abwesenheit des letzteren sich in der Flüssigkeit vertheilten, ohne ihre Farbe weiter zu verändern oder zu vertiefen.

Diese Versuche beweisen jedenfalls, dass die Chlorwasserstoffsäure zwar ein relatives Hinderniss für die Umwandlung der Stärke durch das Gährungsferment ist, aber innerhalb der hier eingehaltenen Grenzen kein absolutes. Mengen von Chlorwasserstoffsäure von $2^1/_2$ Grm. im Liter mögen schon zu den grössten gehören, welche während der Kleisterverdauung im Hundemagen vorkamen. Bidder und Schmidt fanden zwar einmal 3·353 Theile freies ClH in 1000 Theilen speichelhaltigen Magensafts vom Hunde, aber in anderen Fällen fanden sie nur 1·950 und 1·708 und man muss berücksichtigen, dass der Kleister mit sich eine bedeutende Menge von Wasser in den Magen einführt und wegen des geringen Reizes, den er auf Magen- und Geschmacksnerven ausübt, kaum zur Absonderung von sehr grossen Mengen von Magensaft Veranlassung geben wird.

Noch weniger scheint die durch den Gährungsprocess producirte Säure die Umwandlung der Stärke zu hindern. Ich hatte Stärkekleister mit zerkleinertem Pankreas vom Rinde vom Nachmittag bis zum andern Morgen im Wasserbade stehen lassen. Mir fiel der saure Geruch und die sehr stark saure Reaction des Gemenges auf. Ich filtrirte die Flüssigkeit ab und untersuchte sie mittelst einer titrirten Lösung von kohlensaurem Natron. Sie sättigte davon eben so viel, wie das gleiche Volumen einer verdünnten Salzsäure, welche 5 Grm. ClH im Liter enthielt.

Man kann hiernach fragen, wie es denn zugehe, dass der Stärkekleister im Magen durch saure Gährung nicht zu ähnlich hohen Säuregraden führt. Es rührt dies offenbar daher, dass die Zeit dafür nicht vorhanden ist. Im Vergleiche mit der schnellen

Wirkung des Speichels und der noch schnelleren des Pankreassaftes geht hier die Umwandlung der Stärke nur langsam von statten. Der Zucker, das nächste Material für die Säurebildung, wird, wie bereits früher erörtert wurde, nur spärlich geliefert. In wie weit er und die gebildete Säure als vollständig gelöste Substanzen schon im Magen der Resorption unterliegen, lässt sich noch nicht mit Bestimmtheit ermessen; man kann nur sagen, dass man zwar nicht häufig, aber bisweilen die Lymphgefässe des Magens während der Verdauung ebenso strotzend gefüllt findet, wie sich die des Dünndarmes während der Resorption anfüllen. Das aber weiss man mit Gewissheit, dass beim Hunde ausnahmslos der ganze Mageninhalt schon in den Dünndarm übergeht, wenn noch lange nicht alle Stärke in Zucker, beziehungsweise in Milchsäure umgewandelt ist. Höchstens wird die Stärke im Magen so weit umgewandelt, dass das Filtrat des mit Wasser verdünnten Mageninhaltes sich mit Jodkaliumjodlösung nicht mehr blau oder violett, sondern schön purpurroth färbt. Ein vorgerückteres Stadium habe ich in meinen zahlreichen Versuchen niemals angetroffen.

Ich muss nun noch auseinandersetzen, woraus ich mir die bestimmte Ansicht gebildet habe, dass die grosse Masse des Erythrodextrins im Magen nicht von Speichelwirkung, sondern von dem Fermente, beziehungsweise von dem Processe der Milchsäuregährung herrühre.

Den wesentlichsten und überzeugendsten Grund schöpfe ich aus den zeitlichen Verhältnissen. In den ersten Stunden der Verdauung besteht fast der ganze Mageninhalt aus Amidulin und wenig verändertem Kleister. Ja in einzelnen Fällen kann sich ein solcher Zustand bis in die fünfte Stunde nach der Nahrungseinnahme erstrecken. Diese Thatsache verträgt sich nicht mit der Idee, dass es der Speichel sei, der die Hauptrolle bei der Verdauung der Stärke im Magen spielt, denn erstens wird der Speichel in der ersten Zeit nach der Nahrungseinnahme in den kürzesten Intervallen verschluckt, zweitens ist diese Zeit seiner Wirkung am günstigsten, weil die Reaction im Magen noch weniger sauer ist als später, und drittens wirkt der Speichel, wenn er überhaupt wirkt, verhältnissmässig schnell, und nicht in einer Zeit die nach Stunden rechnet. Eine Wirkung, die er nicht

bald ausübt, kann er überhaupt nicht mehr ausüben, weil er, wenn ihn die Magensäure bis zu einem gewissen Grade durchdringt, unwirksam wird. Wenn sich also grosse Mengen nicht nur von Kleister, sondern auch von Amidulin im Magen vorfinden, die der Einwirkung des Speichels widerstanden haben, so ist dies wohl ein deutliches Zeichen, in wie weit durch die Säure des Magensaftes seine Wirkung gehindert war. Nun tritt aber in einer noch späteren Zeit, in der der Mageninhalt gleichmässig stark sauer reagirt und an Wirkung des Speichels nicht mehr gedacht werden kann, gewöhnlich im Laufe der vierten oder zu Anfang der fünften Stunde, massenhaft Erythrodextrin auf, und in gleichem Maasse zeigt sich die Menge der jodbläuenden Stärke vermindert, indem sich die eingetretene saure Gährung zugleich schon durch den Geruch verräth.

So sehen wir uns also in Rücksicht auf die Stärke wieder zu der ältesten Ansicht über die Magenverdauung, zur Gährungstheorie zurückgeführt. Die Milchsäuregährung ist nicht etwas Beiläufiges, es wird nicht blos, wie man dies wohl allgemein anerkannt hat, durch Speichel aus Stärke gebildeter Zucker in Milchsäure umgewandelt, sondern in der Milchsäuregährung liegt ein Haupthebel für den ganzen Umwandlungsprocess von der Stärke bis zur Milchsäure. Man hat eine Zeit lang über die Magenverdauung in zweierlei Weise unrichtige Ansichten gehabt; in Rücksicht auf die Eiweisskörper, indem man das Pepsin für ein Ferment hielt, das bei der Verdauung verbraucht und wieder erzeugt werden sollte, und in Rücksicht auf die Stärke, indem man bei ihrer Umwandlung im Magen nur die fortgesetzte Speichelwirkung im Auge hatte. Es muss freilich hinzugefügt werden, dass diese beim Menschen wegen der im Allgemeinen niedrigeren Säuregrade des Mageninhaltes unter etwas günstigeren Bedingungen arbeitet als beim Hunde. Auch die grössere Wirksamkeit des Menschenspeichels kommt insofern in Betracht, als er schneller arbeitet; dass er aber seine Wirkung unter dem Einflusse der Säure verliert, haben wir aus fremden und eigenen Versuchen gesehen, und wenn dies einmal geschehen ist, kommt nichts mehr darauf an, ob er an und für sich etwas mehr oder weniger wirksam war.

Der Dünndarminhalt zeigte sich, wie wir gesehen haben, auch abgesehen von der alkalischen Reaction (die übrigens bisweilen sehr schwach ist) und von der beigemengten Galle, sehr verschieden von dem Mageninhalte. Amidulin und Erythrodextrin fehlten meistens ganz, und wenn sie vorhanden waren, zeigten sie sich nur in geringen Mengen, das Erythrodextrin in kaum nachweisbaren. Dieser plötzliche Wechsel rührt von der energischen Wirkung des Pankreassaftes her, der in kürzester Zeit die Umwandlung in Achroodextrin und Zucker vollbringt.

Wenn also einerseits die Angabe unrichtig ist, der saure Magensaft bilde keinerlei Hinderniss für die Umwandlung der Stärke durch den Speichel, sie gehe im Magen ruhig ihren Gang fort, so ist es andererseits ebenso unrichtig, wenn behauptet wird, die Magenverdauung sei für die Stärke von ganz untergeordneter Bedeutung. Abgesehen von demjenigen Theile der Stärke, welcher im Magen zu Zucker und Milchsäure wird, wird ein grosser Theil des Restes in Amidulin und Erythrodextrin umgewandelt, um dann im Dünndarm um so leichter der weiteren Veränderung zu unterliegen.

Ich habe im Dünndarm nicht nur den Zucker, sondern indirect auch das Achroodextrin nachgewiesen. Ich fällte den Dünndarminhalt mit Alkohol, filtrirte und wusch mit Weingeist aus. Den bei niederer Temperatur getrockneten Filterrückstand zog ich mit Wasser aus. Der Auszug enthielt keine Stärke und kein Erythrodextrin: er gab keine deutlichen Zuckerreactionen; nachdem ich ihn aber durch einige Zeit mit verdünnter Schwefelsäure gekocht hatte, reducirte er sehr reichlich und färbte sich beim Kochen mit Kali tief bernsteingelb. Unter den gegebenen Umständen kann wohl nichts gegen den Schluss eingewendet werden, dass der Körper, der sich hier in Zucker umgewandelt hatte, Achroodextrin war.

Es war nun noch zu untersuchen, ob die Wirkung des Pankreassaftes auf das Achroodextrin auch so schwach sei, wie ich die der Diastase gefunden hatte. Nach der äusseren Ähnlichkeit, welche zwischen der Umwandlung der Stärke durch Diastase und der Umwandlung der Stärke durch Pankreasinfus besteht, liess sich dies erwarten; dennoch fand ich es nicht so. Ich mischte eines Abends, ehe ich das Laboratorium verliess, in ver-

schiedenen Gefässen zerriebenes Hundepankreas und zerriebenes Rinderpankreas mit bedeutenden Mengen Stärkekleister und setzte beide Gefässe in ein Bad von 38° Cels. Am anderen Morgen war jede Jodreaction verschwunden, ich fällte mit Jodquecksilberkalium und Salzsäure aus und mischte das Filtrat mit viel Alkohol. Aus beiden Gefässen war nur noch eine äusserst geringe Menge von Achroodextrin zu erhalten, nicht zu vergleichen mit derjenigen, welche ich erhalten haben würde, wenn ich die Umwandlung mittelst Diastase bewirkt hätte. Aber ich hatte den Inhalt der Gefässe auch stark sauer gefunden, und es war also möglich, dass das Achroodextrin nicht durch den Pankreassaft, sondern durch die Milchsäuregährung umgewandelt war. Diese Quelle der Ungewissheit lässt sich bei länger dauernden Versuchen nicht vermeiden, da immer Milchsäuregährung eintritt. Auch wenn man dem Gemenge von Pankreassubstanz und Kleister so viel kohlensaures Natron zusetzt, dass es sehr entschieden alkalisch reagirt, so macht diese Reaction doch schon nach wenigen Stunden der sauren Platz. Ich machte deshalb noch einen andern Versuch. Ich nahm etwas von dem Achroodextrin, das mir von meinen früheren quantitativen Versuchen mit Malzaufguss geblieben war und löste es in Wasser auf. Es färbte sich die Lösung beim Kochen mit Kali nur blassgelb und reducirte schwach. Jetzt fügte ich etwas frisches Pankreasinfus hinzu, digerirte 15 Minuten bei 38° Cels. und stellte nun die Zuckerproben von neuem an. Mit Kali erhielt ich eine tief bernsteingelbe Färbung und die Flüssigkeit reducirte auch viel mehr Kupferoxyd als vor der Digestion mit Pankreasinfus.

Da schon ausserhalb des Körpers in einem Gemenge von Kleister und Pankreassubstanz Milchsäuregährung eintritt, auch dann, wenn man vorher mit kohlensaurem Natron alkalisch gemacht hat, da ferner die in den Dünndarm eintretenden Kohlehydrate schon in Milchsäuregährung begriffen sind, so ist es wohl wahrscheinlich, dass dieser Process im Dünndarm nicht ganz erlischt, sondern dass nur die gebildete Säure durch die Masse der zuströmenden alkalischen Sekrete verdeckt wird. Das Wiedererscheinen der Milchsäuregährung im Dickdarm würde somit nicht zu betrachten sein als ein neues Auftreten derselben, sondern als ein Wiedersichtbarwerden, darauf beruhend, dass

die neutralisirenden alkalischen Sekrete nicht mehr in der Menge wie im Dünndarm zufliessen.

Es ist ferner bekannt und namentlich durch die Untersuchungen von Busch auch für den Menschen bewiesen, dass der *Succus entericus* gleichfalls das Vermögen besitzt, die gekochte Stärke umzuwandeln: aber dies kann nur als subsidiäres Hilfsmittel für die Verdauung, beziehungsweise als Nothbehelf beim Fehlen oder Unwirksamwerden des Pankreassaftes angesehen werden; denn so lange dieser in normaler Qualität und Quantität zufliesst, übt er eine so rasche und mächtige Wirkung aus, dass der Darmsaft neben ihm nur eine untergeordnete Rolle spielt. Trotzdem wird es nicht uninteressant sein, mit ihm erneute Versuche anzustellen, denn bei den früheren Versuchen handelte es sich nur immer darum, ob Stärke in Zucker umgewandelt werde oder nicht: jetzt stellt sich die Frage, wie die Stärke in Zucker umgewandelt werde; denn wir haben in den vorstehenden Untersuchungen gesehen, dass dies wenigstens äusserlich unter sehr verschiedenen Erscheinungen geschehen kann.

XI. SITZUNG VOM 18. APRIL 1872.

Herr Hofrath Dr. J. Hyrtl übersendet eine für die Denkschriften bestimmte Abhandlung über „die Kopfarterien der Haifische.“

Die Direction des k. k. Gymnasiums zu Trebitsch dankt mit Zuschrift am 17. April für die Betheilung dieser Lehranstalt mit Publicationen der Classe.

Herr Director Dr. J. Stefan überreicht eine Abhandlung: „Über die dynamische Theorie der Diffusion der Gase.“

Herr Dr. L. Ritter v. Schrötter, Vorstand der Klinik für Laryngoskopie, übergibt eine „Mittheilung über ein von der Herzaction abhängiges, aus der Lungenspitze einzelner Kranker wahrnehmbares Geräusch,“

Herr Prof. Dr. S. Stern legt eine Abhandlung: „Beiträge zur Theorie der Resonanz lufthältiger Hohlräume“ vor.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Académie Imp. des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Rouen: Précis analytique des travaux pendant l'année 1869—70. Rouen & Paris, 1870; 8°.

Accademia Pontificia de' nuovi Lincei: Atti. Anno XXV, Sess. 3ª. Roma, 1872; 4°.

Akademie der Wissenschaften, Königl. Preuss., zu Berlin: Monatsbericht. Januar 1872. Berlin; 8°.

Association, The American Pharmaceutical: Proceedings at the XIXth Annual Meeting, held in St. Louis, Mo., September, 1871. Philadelphia, 1872; 8°.

Bibliothèque Universelle et Revue Suisse: Archives des Sciences physiques et naturelles. N. P. Tome XLIII, Nr. 171. Génève, Lausanne, Paris, 1872; 8°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXIV, Nr. 14. Paris, 1872; 4°.

Fleury-Flobert, Congrès scientifique d'Anvers en 1871. Rapport à l'Académie Nationale agricole, manufacturière et commerciale. Paris, 1872; 12°.

Gesellschaft, k. k. zoolog.-botan., in Wien: Verhandlungen. Jahrgang 1871. XXI. Band. Wien; 8°. — Nowicki, Max, Über die Weizenverwüsterin *Chlorops taeniopus* Meig. und die Mittel zu ihrer Bekämpfung. Wien, 1871; 8°. — Künstler, Gustav, Die unseren Kulturpflanzen schädlichen Insekten. Wien, 1871; 8°.

— österr., für Meteorologie: Zeitschrift. VII. Band, Nr. 7. Wien, 1872; 4°.

— zur Beförderung der gesammten Naturwissenschaften zu Marburg: Schriften. Band X. Cassel, 1871; 8°.

Istituto, R., Veneto di Scienze, Lettere ed Arti: Atti. Tomo I°, Serie IV^a, Disp. 4^a. Venezia, 1871—72; 8°.

Journal für praktische Chemie, von H. Kolbe. N. F. Band V, 5. Heft. Leipzig, 1872; 8°.

Landbote, Der steirische. 5. Jahrgang, Nr. 8. Graz, 1872; 4°.

Landwirthschafts-Gesellschaft, k. k. in Wien: Verhandlungen und Mittheilungen. Jahrgang 1872, Nr. 9. Wien; 8°.

Listing, J. B., Über das Reflexionsprisma. (Nachrichten der k. Ges. d. Wiss. in Göttingen.) Göttingen, 1871; 12°.

Mittheilungen des k. k. techn. & administrat. Militär-Comité. Jahrgang 1872. 4. Heft. Wien; 8°.

— aus J. Perthes' geographischer Anstalt. 18. Band, 1872. III. Heft. Gotha; 4°.

Nature. Nr. 128, Vol. V. London, 1872; 4°.

Observatorio astronómico Arjentino: Discursos sobre su inauguracion verificada el 24 de Octubre de 1871. Buenos Aires, 1872; gr. 8°.

— de Marina de San Fernando: Anales. Mayo — Diciembre 1870. — Seccion 1^a. Observaciones Astronomicas. San Fernando, 1871; 4°.

Ohrtmann, Carl, Das Problem der Tautochronen. (Jahres-Bericht über d. k. Realschule, Vorschule und Elisabethschule zu Berlin. 1872.) 4°.

Reichsanstalt, k. k. geologische: Verhandlungen. Jahrgang 1872, Nr. 6. Wien; 4°.

Astronomische Nachrichten. Nr. 1883—1885. (Bd. 79, 11.) Altona, 1872; 4°.

Carl, Ph., Repertorium für Experimental-Physik etc. VII. Band, 5. & 6. Heft. München, 1871; 8°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXIV, Nr. 15. Paris, 1872; 4°.

Gesellschaft, österr., für Meteorologie: Zeitschrift. VII. Band, Nr. 8. Wien, 1872; 4°.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXXIII. Jahrgang, Nr. 16. Wien, 1872; 4°.

Landes-Museum, naturhistorisches, von Kärnten: Jahrbuch. X. Heft. Klagenfurt, 1871; 8°.

Nature. Nr. 129. Vol. V. London, 1872; 4°.

Plantamour, E., Nouvelles expériences faites avec le pendule à réversion et détermination de la pesanteur à Genève et au Righi-Kulm. Génève & Bale, 1872; 4°.

Reports on Observations of the Total Solar Eclipse of December 22, 1871. (Washington Observations for 1869. — Appendix I.) Washington, 1871; 4°.

„Revue politique et littéraire" et „La Revue scientifique de la France et de l'étranger. Ire Année (2e Série), Nr. 43. Paris & Bruxelles, 1872; 4°.

Société des Ingénieurs civils: Séance du 5 Avril 1872. Paris; 8°.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXII. Jahrgang, Nr. 16. Wien, 1872; 4°.

Zeitschrift des österr. Ingenieur- & Architekten-Vereins. XXIV. Jahrgang, 5. Heft. Wien, 1872; 4°.

Mittheilung über ein von der Herzaction abhängiges, an der Lungenspitze einzelner Kranker wahrnehmbares Geräusch.

Vom klin. Vorstande Dr. **L. Schrötter.**

Ich hatte bereits zu wiederholten Malen Gelegenheit, bei der Untersuchung von Brustkranken ein eigenthümliches zischendes, mit der Systole des Herzens isochrones Geräusch an den Lungenspitzen, häufiger links als rechts, wahrzunehmen. Es war im Ganzen von der Respiration unabhängig, meist aber gegen das Ende des Inspiriums, oder während des Exspiriums deutlicher zu hören. — Ich hatte dieses Geräusch auch schon mehrmals meinen Zuhörern demonstrirt, war aber nicht in der Lage, eine bestimmte Erklärung über das Zustandekommen desselben abzugeben, sondern sprach nur meine Vermuthung dahin aus, dass es in Zusammenhang mit Excavationen im Lungengewebe sein möge, die ich in einigen Fällen constatiren konnte, in anderen Grund oder wenigstens die Wahrscheinlichkeit hatte, anzunehmen.

In einem kürzlich beobachteten Krankheitsfalle hatte ich nun Gelegenheit, die Richtigkeit jener sofort mitzutheilenden Erklärung durch die Necroscopie festzustellen. Hier war aber auch das Geräusch in einer ganz seltenen Weise vorhanden. — Sobald nämlich der 27jährige, an hochgradiger Tuberculose leidende Patient den Mund öffnete, hörte man schon auf Distanz ein rythmisches zischendes, genau mit der Systole des Herzens gehendes Geräusch (tschaek) und schien dieses geradezu aus dem Munde zu kommen. Auscultirte man nun die linke Lungenspitze, so hörte man sowohl vorne als rückwärts nebst bronchialem In- und Exspirium und grossblasigen consonirenden Rasselgeräuschen wieder genau mit jeder Herzsystole dieses Geräusch, u. z. ganz unabhängig von der Respiration, allerdings aber am stärk-

sten, wenn diese sistirt wurde. Die Töne an den grossen Gefässen und die des Herzens waren vollkommen rein und boten auch in Bezug ihrer Stärke, sowie auch die Lage des Herzens, nichts Abnormes dar. Die Bewegung des Herzens war eine ziemlich rege. Es galt nun sowohl das eigentliche Geräusch über der Caverne, sowie auch jenes aus dem Munde kommende zu erklären.

Meine Vorstellung (wie ich sie auch schon in den früheren Fällen gehegt hatte) war die, dass ein besonderes Verhalten einer grösseren Arterie zur Caverne die Ursache des Geräusches abgebe, u. z. dachte ich, dass entweder eine nicht obliterirte Arterie durch die Caverne hindurchziehe, oder, bei der relativen Seltenheit dieses Befundes, dass eine solche Arterie an der Wand der Caverne hinziehe. Diese meine Vermuthung wurde nun durch die Section vollkommen bestätigt.

An der Spitze des linken Oberlappens befand sich nämlich eine (wie schon im Leben diagnosticirt), gegen faustgrosse, glattwandige Excavation, welche von einer grösseren — obliterirten — Arterie durchsetzt war; ausserdem zogen aber mehrere Äste zweiter Ordnung der Pulmonalis, und unter diesen einer in der Ausdehnung von etwa $1^1/_2''$ längs der inneren Wand der Caverne hin und war diese von deren Hohlraume durch eine höchstens liniendicke Schichte nicht lufthältigen Lungengewebes getrennt.

Die Untersuchung ergab im Übrigen keinerlei Momente zur Annahme einer Stenosirung an den in Betracht kommenden Arterien.

Den Mechanismus bei dem Zustandekommen der Schallerscheinung stelle ich mir nun in der Weise vor, dass die Wandungen des seiner normalen Umgebung beraubten, in die Excavation hineinragenden Gefässrohres in ihrem Tonus verändert, mehr weniger nachgiebig, durch den systolischen Blutstrom in unregelmässige Schwingungen versetzt werden und so das Geräusch hervorbringen. Ich halte es nicht für nothwendig anzunehmen, dass vor dieser relativen Erweiterung der Arterie eine eigentliche Verengerung liege, oder etwa in dem weiteren Theile eine wirbelnde Bewegung des Blutes stattfinden müsse.

In dem genannten Falle entstand das Geräusch mit solcher Intensität, weil in der hiezu ausgezeichnet geeigneten Excavation

das ursprünglich durch Schwingungen der Arterienwand erzeugte Geräusch sofort in dem Luftraum der Höhle die vorzüglichsten Bedingungen zu einer Consonanzverstärkung fand.

Da ich nun nur in diesem einen Falle Gelegenheit hatte, die am Leben angestellte Beobachtung mit den Ergebnissen der Necroscopie zu vergleichen, so bin ich vorläufig auch durchaus nicht im Stande anzugeben, ob die erörterte Erscheinung nicht auch noch in einer anderen Weise entstehen könne; wäre es nicht der Fall, dann hätte dieselbe auch noch eine praktische Bedeutung, sie würde nämlich die Diagnose einer Excavation im Lungenparenchym machen helfen, eine Diagnose, die noch mannigfachen Schwierigkeiten unterliegt.

In der Literatur finden sich bisher keine verwerthbaren Angaben, indem die unter dem Namen: pulsatile Respiration, systolisches Vesicular-Athmen, herzsystolisches Knacken etc. beschriebenen Erscheinungen offenbar etwas ganz Anderes sind, und könnte man nur noch an die Compression eines Arterienastes denken, wozu hier kein Grund vorlag. — Erst aus der neuesten Zeit liegt eine, wie es scheint, ganz analoge Beobachtung von Dr. Brunn in Lippspringe vor, welcher aber von der Erscheinung (systolisches und diastolisches Blasebalggeräusch) eine andere Erklärung abgibt, indem er meint, dass die in der Caverne durch die anstossende Arterie comprimirte Luft durch eine enge Öffnung aus solcher entweiche und durch Reibung an dieser Öffnung sowohl in der Diastole als auch durch eine regurgitirende Luftströmung in der Systole der Arterie das Geräusch entstehen solle, offenbar ähnlich dem Geräusche des gesprungenen Topfes.

Diese Erklärung scheint mir nicht richtig, denn es ist kaum anzunehmen, dass die Luft mit solcher Gewalt, wie es zur Hervorbringung eines Geräusches nothwendig wäre, aus der Excavation hinausgepresst werden könnte; noch unwahrscheinlicher würde dieser Mechanismus für die Systole der Arterie, denn es ist, wenn wir überhaupt ein Regurgitiren der Luft nach der Excavation hin zugeben, kaum anzunehmen, dass dies mit hinrei-

[1] Berlin. Klin. Wochenschr. 1872. Nr. 11.

chender Intensität stattfände, auch würde dann wohl das Geräusch in diesem Momente ein anderes, mehr sausendes Timbre bekommen.

Es ist nur noch das bei diesem Kranken scheinbar „aus dem Munde" kommende Geräusch zu erklären: sobald das durch die schwingende Arterienwand entstandene Geräusch in der Excavation am Wege der Consonnanz bedeutend verstärkt worden war, ist es ganz gut denkbar, dass diese so verstärkte Schallerscheinung ihrerseits wieder in dem hiezu ausgezeichnet geeigneten *Cavum laryngo-tracheale* und *pharyngeale* in dem Masse verstärkt wird, dass es wie aus diesem zu kommen scheint.

Es muss hier noch eine einschlägige Beobachtung mitgetheilt werden.

Bei der laryngoscopischen Untersuchung hörte ich bei einzelnen Kranken sofort beim Öffnen des Mundes mit jeder Systole des Herzens und, wie sich später herausstellte, etwas stürmischerer Thätigkeit desselben, ein zischendes Geräusch, das ohne Zweifel nichts anderes ist als eine in einer benachbarten Arterie (*Carotis* etc.) entstehende, im entsprechenden Luftraume *(Trachea, larynx, pharynx)* consonirende Schallerscheinung. Ich bin aus den Fällen bisheriger Beobachtung noch nicht im Stande zu ermitteln, warum eben im einzelnen Falle eine solche Erscheinung stattfindet und im anderen nicht; wahrscheinlich dürfte sie allerdings mit dem acustischen Baue der genannten Lufträume zusammenhängen.

XII. SITZUNG VOM 25. APRIL 1872.

Die Marine-Section des k. & k. Reichs-Kriegs-Ministeriums dankt mit Note vom 20. April für die der k. k. Marine-Unterrealschule zu Pola bewilligten akademischen Publicationen.

Der Secretär legt folgende eingesendete Abhandlungen vor:

„Untersuchungen über die Ausdehnung der Hirnrinde, des Hirnmarkes und des Grosshirnes durch die Wärme", vom Herrn Dr. Ernst Rektorzik, Prof. der Anatomie zu Lemberg.

„Beiträge zur Kenntniss der Entwicklung der Knochenfische", vom Herrn Dr. Karl Weil.

Herr Dr. Eduard Schreder, Prof. am k. k. deutschen Gymnasium in Brünn, hinterlegt ein versiegeltes Schreiben zur Wahrung seiner Priorität.

Herr Prof. E. Suess legt eine Abhandlung des Herrn Akademikers J. F. Brandt in St. Petersburg vor, betitelt: „Bemerkungen über die untergegangenen Bartenwale (Balaenoiden), deren Reste bisher im Wiener Becken gefunden wurden".

Herr Hofrath Dr. E. Brücke bespricht den Inhalt seiner in der Sitzung am 11. April vorgelegten Abhandlung: „Studien über die Kohlenhydrate und über die Art, wie sie verdaut und aufgesaugt werden.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

American Journal of Science and Arts. 3d Series. Vol. II, Nrs. 7—12; Vol. III, Nrs. 13—15. New Haven, 1871—1872; 8°.

Annalen der Chemie & Pharmacie, von Wöhler, Liebig & Kopp. N. R. Band LXXXVI, Heft 1. Leipzig & Heidelberg, 1872; 8°.

Apotheker-Verein, allgem. österr.: Zeitschrift. 10. Jahrg., Nr. 12. Wien, 1872; 8°.

„Revue politique et littéraire" et „La Revue scientifique de la France et de l'étranger. Ire Année (2e série) Nr. 42. Paris & Bruxelles, 1872; 4°.

Sangalli, Giacomo, Studj fisio-patologici sopra alcuni casi di chirurgia e d'anatomia pratica. Milano, 1871; 4°.

Schlagintweit-Sakünlünski, Hermann von, Untersuchungen über die Salzseen im westlichen Tibet und in Turkistán. I. Theil. (Abhdlgn. der k. bayer. Akad. d. Wiss. II. Cl. XI. Bd. 1. Abth.) München, 1871; 4°.

Schrauf, Albrecht, Atlas der Krystall-Formen des Mineralreiches. II. & III. Lieferung. Wien, 1872; 4°.

Sociedad de Naturalistas-colombianos: Catálogo de los objetos enviados a la exposicion nacional de 1871. Bogota, 1871; 8°. — Informe de los esploradores del territorio de San Martin. Bogota, 1871; 4°. — Ensayo descriptivo de las Palmas de San Martin i Casanare, por Jenaro Balderrama. Bogota, 1871; 4°. — Catálogo del estado S. de Antioquia. Bogota, 1871; 4°.

Société botanique de France: Bulletin. Tome XVIII, 1871. Revue bibliographique A. Paris; 8°.

— des Ingénieurs civils: Séances du 6 Octobre 1871 au 15 Mars 1872. Paris; 8°.

Verein, naturforschender, in Brünn: Verhandlungen. IX. Band. 1870. Brünn, 1871; 8°.

— Entomologischer, in Berlin: Berliner Entomologische Zeitschrift. XV. Jahrgang (1871). 2. & 3. Vierteljahrsheft; XVI. Jahrgang (1872). 1. Vierteljahrsheft. Berlin; 8°.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXII. Jahrgang, Nr. 15. Wien, 1872; 4°.

Zeitschrift für Chemie, von Beilstein, Fittig & Hübner. XIV. Jahrgang. N. F. VII. Band, 19. Heft. Leipzig, 1871; 8°.

— des österr. Ingenieur- & Architekten-Vereins. XXIV. Jahrgang. 4. Heft. Wien, 1872; 4°.

Beiträge zur Kenntniss der Entwicklung der Knochenfische.

Von Dr. **Carl Weil** in Wien.

(Mit 2 Tafeln.)

Ich habe meine Untersuchungen im Winter des Jahres 1870 an künstlich befruchteten Forelleneiern im Laboratorium des Herrn Prof. Stricker aufgenommen und setzte dieselben im darauffolgenden Winter fort.

Die Durchschnittstemperatur des Wassers war +3° C., die der umgebenden Luft +1° C.

Über die allerersten Vorgänge, im Besonderen über die Furchung habe ich den bereits bekannten Thatsachen nichts Neues hinzuzufügen; desto eingehender muss ich aber auf den Bau der Keimscheibe in den ersten Tagen nach stattgehabter Befruchtung eingehen.

So lange das Ei ganz unversehrt ist, kann man den Bau der Keimscheibe nur mit sehr geringen Vergrösserungen studiren; es war sohin nothwendig, den Keim ohne Schalenhaut unter das Mikroskop zu bringen; dies gelingt nicht leicht, da der flüssige Dotter in Folge der bedeutenden Elasticität und prallen Füllung der Eihülle beim Einschneiden der letzteren hervorquillt, und damit der Keim den Blicken des Beobachters entzogen wird.

Um diesem Übelstande abzuhelfen, habe ich mit einer feinen Nadel zunächst die Schalenhaut an einer vom Keime entfernten Stelle angestochen, und durch Entleerung einiger Tropfen Dotters die Spannung herabgesetzt; hierauf ging ich mit einem spitzen Scheerenblatte in die Öffnung ein und schnitt vorsichtig ein den Keim enthaltendes oberes Segment ab. Dieses wurde auf ein Deckglas gebracht und nun durch einen sanften Druck die Keimscheibe mit einem Theile des sie umgebenden Dotters auf dasselbe geschwemmt.

Nun legte ich das Deckglas auf einen am Objectträger befestigten Wall von Glaserkitt so, dass die Keimscheibe in einer ringsum geschlossenen Kammer, nur von etwas Dotterflüssigkeit umgeben, suspendirt blieb, und jetzt konnte ich das Object mit jeder Vergrösserung, so lange als nöthig, ohne Zusatz irgend eines Reagens, auf seinen Bau und seine Lebenserscheinungen untersuchen.

An Keimen, die mehr als 3 Tage alt waren, sah ich an der Oberfläche ein schönes Mosaik von vieleckigen, gegen einander abgeplatteten, fein granulirten Zellen, deren Kerne kaum wahrzunehmen waren. Die Zellen der tieferen Lagen waren viel grösser, unregelmässig geformt, grob granulirt. Kerne konnte ich in den tieferen Lagen nicht wahrnehmen, doch blieb zu vermuthen, dass sie durch den grobkörnigen Inhalt der Zellen verdeckt waren. Die grösste Anhäufung der Zellen war im Centrum der Scheibe; gegen die Peripherie nahm die Anzahl der übereinander liegenden Zellen ab, der Keim verschmächtigte sich daher gegen die Peripherie.

Rienek[1] hat dieses Stadium schon abgebildet, und ich kann mich füglich auf diese Abbildung beziehen. Rienek hat aber die Keimscheiben nur im gehärteten Zustande untersucht, und es sind ihm daher die hier in so ausgezeichneter Weise sich darbietenden Lebenserscheinungen entgangen.

Am Rande der Keimscheibe, wo der Beobachtung der Zellenbewegungen keine Hindernisse entgegenstehen, sieht man ein höchst reges Treiben.

Die Zellen schicken nach den verschiedensten Richtungen Fortsätze aus, die von mannigfacher Form und Grösse, ihrerseits wiederum die lebhaftesten Formveränderungen darbieten.

In der Mehrzahl der Fälle sind diese Fortsätze cylindrisch, hyalin, und es ergiesst sich ein Theil des granulirten Inhaltes der Zelle in dieselben; hierauf beobachtete ich, dass an verschiedenen Stellen sich Einschnürungen bildeten, die sich wieder ausglichen, um an anderen Orten aufzutreten, bis endlich eine dieser Einschnürungen immer tiefer greifend, einen Theil der Substanz vom Fortsatze abschnürte; so dass ich nun zwei Individuen

[1] Max Schultze's Archiv. Bd. V.

vor mir hatte, die ihrerseits wieder selbstständige Formveränderungen beobachten liessen. Bei der vorher angegebenen Manipulation ereignet es sich beinahe regelmässig, dass sich einige Zellen von der Keimscheibe ablösen, die man dann frei im Dotter gelagert findet. Die kleineren rundlichen, fein granulirten Zellen zeigen, wenn sie isolirt liegen, nur in sehr beschränktem Masse Formveränderungen; die grossen, unregelmässig geformten, grob granulirten Zellen dagegen zeigen Bewegungserscheinungen in solchem Masse, wie man sie bei Zimmertemperatur kaum an einem anderen Wirbelthiergewebe wahrnehmen kann. Die Zelle sendet einen Fortsatz aus, ergiesst ihren Inhalt in denselben und rückt nun gleichsam mit ihrem ganzen Leibe in den Fortsatz hinein; derselbe Vorgang wiederholt sich und nach wenigen Minuten findet man die Zelle in total veränderter Form, an einem anderen Orte gelagert.

Ich muss jetzt, nachdem ich meine Beobachtungen über Zellenbildung mitgetheilt, auf die Behauptung C. Kupffer's [1], dass es ausser der Theilung noch eine andere Zellenbildung bei Knochenfischen gebe, zu sprechen kommen. Nach diesem Autor zeigen sich bei Gasterosteus wie bei Spinachia um die Zeit, wo die Furchung so weit vorgeschritten, dass die Oberfläche des Keimes eben geworden, nach aussen vom Rande desselben mehrere Reihen ganz regelmässig gestellter Bläschen, um welche bald zarte Contouren auftreten, die genau an einander schliessende polygonale Felder umgrenzen, deren Mittelpunkte die Bläschen einnehmen; hierauf wälzt sich die Masse des Keimhügels über diese Bildungen hinweg. Aus dieser Beobachtung schliesst nun C. Kupffer, dass ein inneres, den Dotter unmittelbar überziehendes Blatt aus Zellen entstehe, die frei in besonderer Blastemschichte auftreten.

Ich habe Eier der Stichlinge nicht untersucht, und kann daher über die Beobachtung als solche kein Urtheil abgeben; an Forellenkeimen aber, die ich um diese Zeit aufs gründlichste untersuchte, und zwar an uneröffneten Eiern, dann in oben beschriebener Weise und endlich an feinen Durchschnitten konnte ich

[1] C. Kupffer; Beobachtungen über die Entwicklung der Knochenfische. Max Schultze. Bd. V. S. 217.

nichts wahrnehmen, was auf einen solchen Vorgang schliessen liesse. Eben so wenig konnte ich mich von der Existenz einer in der Mitte sehr zarten, nach aussen hin stärkeren, dem Dotter aufliegenden hyalinen Membran, die am Rande aus grossen, grob granulirten Zellen zusammengesetzt sein soll, wie es Lereboullet für die Forelle angibt, überzeugen. Wohl fand ich an Durchschnitten von Keimscheiben des sechsten oder siebenten Entwicklungstages, um die Zeit, wo sich die Höhle, von der ich später sprechen werde, unter dem Keime bildet, auf der obersten durch die Härtungsflüssigkeit coagulirten Schichte des Dotters Zellen aufliegen, die hie und da wohl auch theilweise in der coagulirten Dotterschichte eingebettet lagen; doch sind diese Zellen, wie schon Rienek nachgewiesen, Abkömmlinge der Furchungszellen. Ich stehe somit auf dem Standpunkte Reichert's und Remak's, dass alle Zellen, die sich am Aufbaue des Embryo's betheiligen, Abkömmlinge der Furchungselemente sind.

Ich komme nun zur Besprechung der schon oben erwähnten Höhle. Lereboullet gibt an, beim Hecht, Barsch und Forelle, an gehärteten Präparaten, die er mit einer Scheere halbirte, eine Höhle gefunden zu haben, die zwischen zwei am Rande in einander übergehenden Keimblättern gelegen sein soll.

Nach ihm hat Stricker [1] eine Höhle beschrieben und abgebildet, die zwischen Keim und Dotter liegen solle. In demselben Sinne hat sich auch Rienek ausgesprochen. Kupffer behauptet, sich von der Existenz einer Höhle an frischen Präparaten nicht überzeugen zu können, und gibt weiter an, dass nur der Nachweis einer regelmässigen Anordnung der Furchungselemente um die Höhle Sicherheit bieten würde.

Es ist mir ganz begreiflich, dass sich Kupffer am uneröffneten Eie von der Existenz der von Stricker beschriebenen Höhle nicht überzeugen konnte, denn die unvollständige Durchsichtigkeit der Schalenhaut, verbunden mit der ebenfalls unvollständigen Durchsichtigkeit der Keimschichte, welche die Decke der Höhle bildet, so wie die geringe Tiefe der letzteren, erschweren die Beobachtung ausserordentlich. Was aber den zweiten Ausspruch betrifft, so ist wohl der gewünschte Nachweis,

[1] Sitzungsberichte.

durch die regelmässige Anordnung der Furchungselemente rings um die Höhle, nicht zu führen; denn die genannte Höhle liegt zwischen Keim und Dotter. Ich habe mich von der Existenz der Höhle in folgender Weise überzeugt.

Eier, welche in sehr verdünnter Chromsäure gehärtet und dann von der Schalenhaut vorsichtig befreit werden, gestatten durch einen ganz leichten, an der Peripherie der Keimscheibe angebrachten Druck, die letztere von dem darunter liegenden Dotter ganz unversehrt abzuheben. Eine solche Keimscheibe vom sechsten Entwicklungstage stellt ein mässig gekrümmtes rundliches Plättchen dar, dessen Dicke vom Centrum gegen die Peripherie allmälig zunimmt und dessen Begrenzung von einem ringförmigen Walle gebildet ist. An der dem Dotter zugewendeten Fläche haftet stets etwas von letzterem. Wenn ich nun ein solches Plättchen in feine Querschnitte zerlege, so finde ich, dass an den peripheren Durchschnitten die um diese Zeit aus einer oberen Reihe platter, und einer unteren Schichte rundlicher Zellen bestehende Keimhaut unmittelbar dem Dotter aufliege; komme ich dem Centrum näher, so wird zwischen Keimhaut und Dotter ein Spalt sichtbar, der an mehreren auf einander folgenden Schnitten breiter und tiefer wird, während die Dicke der ihn deckenden Keimhaut abnimmt. Dem Centrum der Scheibe entspricht seine grösste Ausdehnung, die von da wiederum gegen das entgegengesetzte Ende der Scheibe in derselben Weise abnimmt, wie sie früher zugenommen hat. Am siebenten und achten Entwicklungstage findet man diesen Spalt, im Verhältnisse zur Grösse der Keimscheibe, breiter und tiefer. Ein die Keimscheibe halbirender Querschnitt, wie ihn schon Stricker und nach ihm Rieneck abgebildet haben, zeigt, dass die Decke des Spaltes nunmehr nur von einer oberen Reihe platter, und einer unteren ein- bis zweireihigen Schichte rundlicher, grob granulirter, unregelmässig vorspringender Zellen gebildet wird. Am Boden desselben, der vom coagulirten Dotter gebildet ist, findet man grosse, grob granulirte, unregelmässig geformte Zellen.

In den darauffolgenden Tagen findet man, dass die Tiefe der Höhle allmälig abnehme, und um die Zeit, wo die später zu beschreibende Embryonalanlage im Flächenbilde mit freiem Auge sichtbar wird, liegt die Keimhaut in ihrer ganzen Ausdehnung

dem Dotter unmittelbar auf. Es ist nicht einzusehen, mit welchen Argumenten die Behauptung vertheidigt werden kann, es sei diese Höhle ein durch Chromsäurewirkung erzeugtes Kunstproduct.

Nun noch einige Worte über die schon mehrfach erwähnten, am Boden der Höhle liegenden, grossen, grob granulirten Zellen.

Wenn ich Keimscheiben zu der Zeit, wo an Durchschnitten die eben geschilderte Höhle nachweisbar ist, in der früher geschilderten Weise frisch untersuche, so finde ich stets, selbst bei vorsichtigster Manipulation, eine grössere Anzahl isolirt liegender, grob granulirter Zellen, welche die Zellen der Keimscheibe an Grösse übertreffen und in ganz exquisiter Weise Form- und Ortsveränderungen beobachten lassen. Es liegt die Vermuthung nahe, es seien diese Elemente denjenigen analog, welche ich an Durchschnitten am Boden der Höhle finde, und ich glaube, durch diese Beobachtung die Vermuthung Rienek's, dass diese Elemente in die Embryonalanlage einwandern und sich am Aufbau des Embryo betheiligen, zu stützen.

Um die Zeit, wo die Höhle bereits niedriger zu werden beginnt, beobachtet man häufig an Querschnitten von Keimscheiben, an denen man im Flächenbilde noch keinerlei Verdickung irgend einer Stelle des Randes wahrnehmen kann, dass von den beiden den Querschnitt der Höhle begrenzenden Rändern, der eine dicker ist als der andere. An den auf einander folgenden Schnitten findet man diese Verdickung stets derselben Seite entsprechend zunächst etwas zunehmen, dann wieder abnehmen, bis beide Ränder dieselbe Dicke zeigen. Die Verdickung betrifft nur die unter der platten einfachen Zellenreihe gelegene Schichte, welche aus mehrfach übereinander gereihten, meist rundlichen, von oben nach unten an Grösse zunehmenden Zellen besteht; doch gelang es mir nicht, um diese Zeit eine scharfe Trennung zwischen den kleineren oberen, und den tiefer gelegenen grösseren Zellen, die man, wie Rienek nachgewiesen, direct in die grossen, am Boden der Höhle liegenden Zellen übergehen sieht, zu beobachten. Bald darauf wird nun auch die Verdickung einer Stelle des Randes der Keimscheibe am Flächenbilde sichtbar und erscheint in Form eines kleinen Schildes, dessen Kuppe um ein Geringes das Niveau des Randes überragt; an Keimscheiben,

die um 24 Stunden älter sind, hat die Verdickung die Form eines Scheibchens, von dessen Mitte ein Stiel gegen die Peripherie verläuft. Fig. 1 zeigt einen Querschnitt durch diese Verdickung. — Am 20. Entwicklungstage sah ich zuerst die schon von so vielen Forschern beschriebene Rückenfurche auftreten.

Fig. 2 zeigt einen Querschnitt dieses Stadiums, und da bemerkt man schon eine ganz scharfe Trennung der unter der oberen Reihe platter Zellen gelegenen Schichte, in eine obere und untere Lage; doch ist diese Trennung nur an der Peripherie ausgeprägt, in der Axe konnte ich sie bis dahin nicht finden. Dieselbe Angabe macht auch Kupffer [1]; nur gibt er an, dass er sich nicht mit jener Schärfe, die der feine Durchschnitt allein bietet, von ihrer Richtigkeit habe überzeugen können.

An Querschnitten von Embryonen des 21. Entwicklungstages (Fig. 3) fand sich bereits eine Sonderung der oben genannten Schichte in drei Lagen, doch erstreckt sich diese nun auch schon auf die Axe, in der man die Chorda auftreten sieht. Die oberste einfache Reihe platter Zellen, von C. Vogt [2] „couche epidermidale“ genannt, wurde später von Stricker mit der obersten Schichte bei Batrachiern (von ihm Hornschichte genannt, und nicht zu verwechseln mit dem Horn oder sensoriellen Blatte Remak's) verglichen.

Die unter dieser Lage gelegene Zellenmasse trennt sich erst später zunächst in zwei und dann in drei Lagen. Die oberste dieser Lagen geht, wie an Fig. 4 ersichtlich, unmittelbar über in die Anlage des Centralnervensystems, und man kann dieselbe wohl mit allem Rechte nach Stricker als Analogon des Sinnesblattes (analog dem der Batrachier, und wieder nicht mit dem sensoriellen Blatte Remak's zu verwechseln) bezeichnen. Für die beiden anderen Lagen kann man insolange keine ihrer histogenetischen Bedeutung entsprechenden Namen aufstellen, bis die Entwicklung des Darm- und Gefässsystems näher gekannt sein wird.

Ich komme jetzt zur Besprechung der oben erwähnten Rückenfurche und ihrer Beziehung zur Bildung des Centralcanals im Nervensysteme.

---

[1] L. c.

[2] C. Vogt; Embryologie des salmones.

C. Vogt gibt an, dass sich aus dieser Furche der Centralcanal des Nervensystems in der Weise bilde, dass, nachdem die epidermoidale Schichte sich wie eine Brücke über die Furche ausgespannt, ihre Wände aneinander rücken. C. Kupffer gibt an, es habe diese Furche mit der Bildung des Centralcanals nichts zu thun. Ich bin in der Lage, diese letztere so merkwürdige Angabe zu bestätigen und an Querschnitten die Entwicklung dieser Furche zu demonstriren. An den von mir beobachteten Eiern war die Furche vom 20. bis zum 24. Entwicklungstage im Flächenbilde sichtbar.

Am 25. Entwicklungstage war an der Stelle der früheren Einsenkung eine Hervorwölbung vorhanden. Fig. 2, 3, 4, 5 geben in ihrer Aufeinanderfolge ein Bild von der Entwicklung dieser Furche. Dieser Befund hat mich sehr überrascht. Es bilden die Fische in diesem Punkte eine so merkwürdige Ausnahme von den übrigen Wirbelthieren, dass mich nur die ausserordentliche Klarheit der zahlreichen, aus diesem Stadium gewonnenen Bilder dazu bestimmt, den Befund zu beschreiben.

Um den Unterschied in der Entwicklung zwischen Fischen und Säugethieren nach dieser Richtung festzustellen, füge ich in Fig. 7 eine Abbildung eines Querschnittes von einem 11tägigen Kaninchenembryo [1] bei (auch hier hatte sich erst kurz vorher die Rückenfurche geschlossen).

Vergleicht man Fig. 5 und 8, so wird man den Hauptunterschied in dem Vorhandensein eines Centralcanals bei Säugethierembryonen, gegenüber dem vollständigen Mangel desselben bei Fischen (gleich nach Schluss der Rückenfurche) bezeichnen.

Was nun die Bildung des Centralcanals anbelangt, so kann ich die Angaben Schapringer's [2], es bilde sich derselbe durch einen im Innern der Anlage auftretenden Spaltungsprocess, vollständig bestätigen. Da Schapringer keine Abbildung brachte, dürfte es zweckmässig sein, an Fig. 7 die Richtigkeit seiner Anschauung zu demonstriren.

---

[1] Es ist dies die erste publicirte Abbildung eines Querschnittes so junger Säugethierembryonen.

[2] Sitzb. d. k. Akad. d. Wiss. II. Abth. Nov.-Heft. Jahrg. 1871.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Querschnitt durch einen Forellenembryo vom 19. Entwicklungstage.

e. Epidermoidale Lage, analog der Hornschichte der Batrachier. (Stricker.)

Fig. 2. Querschnitt durch einen Forellenembryo vom 20. Entwicklungstage.

ob. Oberes Blatt aus zwei Lagen, analog den beiden Lagen des oberen Blattes der Batrachier. Hornschichte und Sinnesblatt. (Stricker.)

Fig. 3. Querschnitt durch einen Forellenembryo vom 21. Entwicklungstage.

mb. Mittleres Blatt.

C. Chorda.

Fig. 4. Querschnitt durch einen Forellenembryo vom 22. Entwicklungstage.

CN. Centralnervensystem.

Fig. 5. Querschnitt durch einen Forellenembryo vom 23. Entwicklungstage.

Bezeichnungen wie oben.

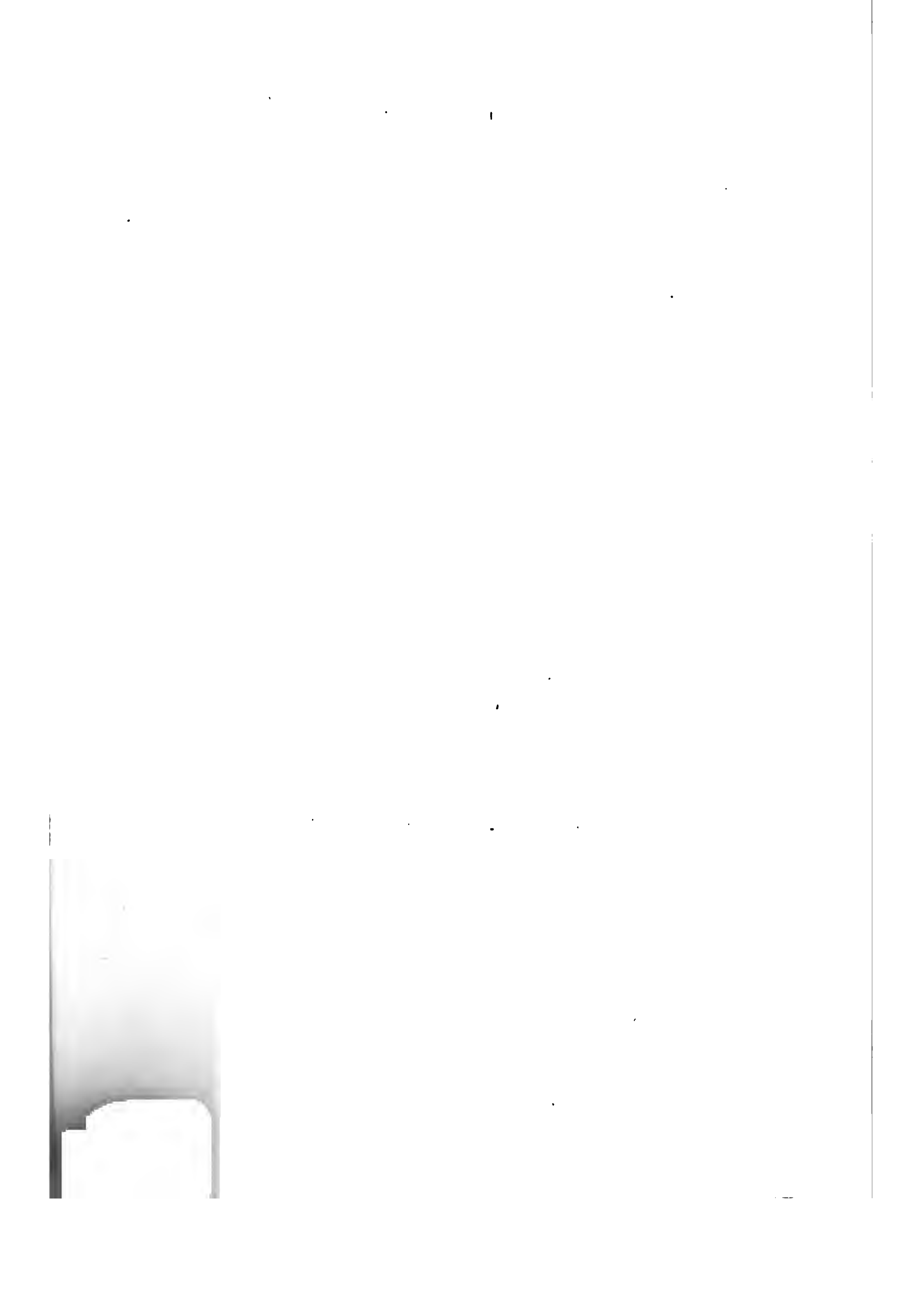
Fig. 6. Querschnitt durch den Kopf eines Forellenembryo vom 31. Entwicklungstage.

Ein das Centralnervensystem seiner ganzen Tiefe nach durchsetzender Spalt mit zwei Ausbuchtungen nach aussen, den Augenanlagen entsprechend. Das Centralnervensystem erscheint nach aussen scharf begrenzt, während der Spalt und seine Fortsätze keine scharfen Grenzen zeigen.

Fig. 7. Querschnitt durch einen Kaninchenembryo vom 11. Entwicklungstage.

CC. Centralcanal.

Psp. Pleuroperitonealspalte.



C. Weil. Taf. I.

Fig. IV.

mb

nb

c

III.

Ob

mb

c

C.Weil. Bei



SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

LXV. Band.

DRITTE ABTHEILUNG.

5.

Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Physiologie, Anatomie und theoretischen Medicin.

XIII. SITZUNG VOM 10. MAI 1872.

Se. Excellenz der Herr Curator-Stellvertreter theilt mit h. Erlass vom 2. Mai d. J. mit, dass ihn der Herr Minister für Cultus und Unterricht ersucht habe, der kais. Akademie für die dem Staats-Gymnasium zu Trebitsch bewilligten Separatabdrücke seinen Dank auszusprechen.

Der Secretär legt folgende eingesendete Abhandlungen vor:

„Über den Einfluss der Elektricität der Sonne auf den Barometerstand", vom Derrn Director Dr. K. Hornstein in Prag.

„Note über die Functionen X_n^m und Y_n^m", vom Herrn Prof. Leop. Gegenbauer in Krems.

Herr Hofrath Dr. E. Brücke überreicht eine im physiolog. Institute der Wiener Universität durchgeführte Arbeit des Herrn *Cand. med.* Johann Latschenberger: „Über den Bau des Pancreas".

Herr Prof. Dr. Aug. Em. Ritter v. Reuss legt die für die Denkschriften bestimmte dritte Abtheilung seiner „paläontologischen Studien über die älteren Tertiärschichten der Alpen" vor.

Herr Prof. Dr. V. v. Lang übergibt eine Abhandlung des Herrn Prof. Dr. Al. Handl in Lemberg: „Über die Constitution der Flüssigkeiten. (Beiträge zur Moleculartheorie. II.)"

Herr Dr. Sigm. Exner legt eine Abhandlung: „Über die physiologische Wirkung der Iridectomie" vor.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Anderson, John, A Report on the Expedition to Western Yunan viâ Bhamô. Calcutta, 1871; gr. 8°. (Nebst 10 Stück Separatabdrücken aus den „Proceedings of the Zoological Society of London" 1871, und den „Proceedings of the Asiatic Society of Bengal" 1871. 8°.)

Anstalt, k. ungar. geologische: Évkönyve. II. Kötet, 2 füzet. Pest, 1872; kl. 4°. — Mittheilungen. II. Band, 1. Lieferung. Pest, 1872, kl. 4°.

Apotheker-Verein, allgem. österr.: Zeitschrift. 10. Jahrgang, Nr. 13. Wien, 1872; 8°.

Arbeiten des kais. botan. Gartens zu St. Petersburg. I. Band, 1. Lieferung. St. Petersburg, 1871; 8°.

Astronomische Nachrichten. Nr. 1886. (Bd. 79. 14.) Altona, 1872; 4°.

Bericht des k. k. Krankenhauses Wieden vom Solar-Jahre 1870. Wien, 1872; 8°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXIV, Nrs. 16—17. Paris, 1872; 4°.

Gesellschaft, geographische, in Wien: Mittheilungen. Bd. XV (neuer Folge V.), Nr. 4. Wien, 1872; 8°.

— österr., für Meteorologie: Zeitschrift. VII. Band, Nr. 9. Wien, 1872; 4°.

— Deutsche geologische: Zeitschrift. XXIII. Band. 4. Heft. Berlin, 1871; 8°.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXXIII. Jahrgang. Nr. 17—18. Wien, 1872; 4°.

Grunert, Joh. Aug., Archiv der Mathematik & Physik. LIV. Theil, 2. Heft. Greifswald, 1872; 8°.

Hugo, Le Cte Léopold, Les cristalloïdes complexes à sommet étoilé et les solides imaginaires. Paris, 1872; 8°.

Institut Royal Grand-Ducal de Luxembourg: Publications. Tome XII. Luxembourg, 1872; 8°.

Instituut, k., voor de taal-, land- en volkenkunde van Nederlandsch-Indië: Bijdragen. III. Volgrecks. VI. Deel, 2. Stuk. 'SGravenhage, 1872; 8°.

Jahrbuch, Neues, für Pharmacie und verwandte Fächer, von F. Vorwerk. Band XXXVII, Heft 3. Speyer, 1872; 8°.

Journal für praktische Chemie von H. Kolbe. N. F. Band V, 6. Heft. Leipzig, 1872; 8°.

Landbote, Der steirische. 5. Jahrgang, Nr. 9. Graz, 1872; 4°.

Landwirthschafts-Gesellschaft, k. k.; in Wien: Verhandlungen und Mittheilungen. Jahrgang 1872, Nr. 10. Wien; 8°.

Moniteur scientifique. 364^{e} Livraison. Paris, 1872; 4°.

Nature. Nr. 130. Vol. V; Nr. 131, Vol. VI. London, 1872; 4°.

Onderzoekingen gedaan in het Physiologisch Laboratorium der Utrechtsche Hoogeschool. III. Reeks. I, Aflev. 2. Utrecht, 1872; 8°.

Osservatorio del R. Collegio Carlo Alberto in Moncalieri: Bullettino meteorologico. Vol. VI, Nr. 4. Torino, 1871; 4°.

Reichsanstalt, k. k. geologische: Verhandlungen. Jahrgang 1872, Nr. 7. Wien; 4°.

„Revue politique et litteraire“ et „La Revue scientifique de la France et de l'étranger.“ Ire Année (2e Série), Nrs. 44—45. Paris & Bruxelles, 1872; 4°.

Société philomatique de Paris: Bulletin. Tome VIIe. Janvier—Décembre 1871. Paris; 8°.

Society, The R. Asiatic, of Great Britain & Ireland: Journal. N. S. Vol. V, Part 2. London, 1871; 8°.

Steur, Ch., Ethnographie des peuples de l'Europe avant Jésus-Christ etc. Tome Ier. Bruxelles, Paris & Londres, 1872; 4°.

Tommasi, Donato, Sur un nouveau dissolvant de l'iodure plombique et de son application à la pharmacie. Paris, 1872; 8°. — Action de l'iodure plombique sur quelques acétates métalliques. Paris, 1872; 8°. — Sur une combinaison de bioxyde de chrome et de dichromate potassique, dichromate kalichromique. Paris; 4°.

Verein, naturhistor.-medizin., zu Heidelberg: Verhandlungen. Band. VI, I. Heidelberg; 8°.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXII. Jahrgang, Nr. 17—18. Wien, 1872; 4°.

Zeitschrift des österr. Ingenieur- und Architekten-Vereins. XXIV. Jahrgang, 6. Heft. Wien, 1872; 4°.

Über die physiologische Wirkung der Iridectomie.

Von Dr. **Sigmund Exner,**

Privatdocenten und Assistenten am physiologischen Institute zu Wien.

Seit A. v. Graefe im Jahre 1857 die Iridectomie als Heilmittel gegen Glaucom empfahl und ihre Wirkung in der Herabsetzung des intraoculären Druckes erkannte, sind mehrfach Versuche gemacht worden, diese auf Grund der gesetzten anatomischen Veränderungen zu erklären.

So hatte man gemeint, man habe es in Folge der Iridectomie, bei welcher das *Ligamentum pectinatum* durchschnitten werde [1], mit einer theilweisen Lahmlegung des *Muscul. tensor choreoid.* zu thun, und es seien dadurch die Drucksteigerungen in Folge der Contraction dieses Muskels beseitigt, oder wenigstens verringert [2]. Oder man suchte die Wirkung der Iridectomie zu erklären einzig aus der bei derselben gemachten Scleralwunde, indem man annahm, dass das vernarbende Bindegewebe durch seine Nachgiebigkeit eine Venenstauung im Inneren des Bulbus beseitige [3].

So wie v. Graefe selbst von diesen und ähnlichen Erklärungsweisen, insbesondere von der letzteren nicht befriedigt war [4], so waren sie auch bei den anderen Ophthalmologen nicht im Stande, sich allgemeine Anerkennung zu verschaffen.

Untersuchungen, die ich in dieser Richtung an iridectomirten Hunde- und Kaninchenaugen ausgeführt habe, führten mich zu der Überzeugung, dass sich die Herabsetzung des intraocu-

---

[1] Was, wie ich mich überzeugte, nicht der Fall ist.

[2] S. Grünfeld, Tetzer's Augenheilkunde 1870. S. 180.

[3] Der intraoculare Druck und die Innervationsverhältnisse der Iris, von Stellwag von Carion. Wien 1868. S. 48.

[4] Graefe's Archiv, Bd. XV, Abth. 3. S. 252.

lären Druckes ganz wohl erklären lasse aus den durch die Iridectomie hervorgerufenen Veränderungen in den Gefässverhältnissen des Bulbus.

Wir kennen bereits einige sehr wichtige Beziehungen zwischen dem Seitendruck in den Gefässen des Bulbus und dem intraoculären Druck. Donders ist es, der zuerst die allgemeine Aufmerksamkeit auf diesen Punkt gelenkt hat[1], und seiner Arbeit folgten die durch manches schöne Resultat belohnten Untersuchungen von Grünhagen, Hippel, Adamück u. a.

Auf Grund derselben sind wir in den Stand gesetzt zu behaupten, dass der Seitendruck in der *Vena centralis retinae* und unzweifelhaft auch in den anderen Venen da wo sie den Bulbus verlassen, wie dies ihr Puls daselbst beweist, gleich oder wenigstens nahezu gleich ist dem intraoculären Druck, und auch bei beträchtlichen Änderungen des intraoculären Druckes ihm immer gleich bleibt. Ferner dass dieser intraoculäre Druck im innigsten Zusammenhange steht mit dem durchschnittlichen Seitendruck der Bulbusgefässe; dass ein Steigen oder Sinken des Druckes dann stattfindet, wenn die Differenz des intraoculären und des intravasculären Druckes eine gewisse Grösse überschreitet, oder, mit Beziehung auf das oben Gesagte, wenn das durchschnittliche Gefälle (d. i. die durchschnittliche Druckabnahme) des Blutstromes zwischen der Eintrittsstelle der Arterien und der Austrittsstelle der Venen diesseits oder jenseits einer gewissen Grenze liegt. Wir können ferner mit Sicherheit sagen, dass diese Druckänderungen im Bulbus hervorgerufen werden durch Secretion und Resorption der intraoculären Flüssigkeiten von Seite der Gefässe und dass die Secretion nicht dann = 0 ist, wenn jene oben genannte Differenz oder jenes Gefälle = 0, sondern dass vielmehr in diesem Falle, wegen des Überwiegens der endosmotischen Kräfte die Secretion schon eine negative ist, d. h. Resorption eintritt, wie dies der Versuch beweist, dass nach längerem Fingerdruck auf das Auge, die Gefässe beim plötzlichen Nachlassen desselben sich bedeutend erweitern[2].

---

[1] v. Graefe's Archiv, Bd. I, Abth. 2.

[2] Donders l. c.

Auch der Versuch Adamück's und Wegner's, bei welchem nach Sympathicusdurchschneidung am Halse der intraoculäre Druck trotz der bedeutenden Erweiterung der Gefässe sinkt, beweist dies, da ja der Druck in den Gefässen immer noch grösser sein muss als in den Augenflüssigkeiten.

So muss man es also als feststehende Thatsache betrachten, dass der stationäre intraoculäre Druck abhängig ist von dem mittleren Gefässdruck im Auge, und dass sein Steigen und Sinken bedingt ist [1] durch Secretion und Resorption von Flüssigkeit durch die Gefässwände, und dass diese wieder von der Grösse der Differenz zwischen intra- und extravasculärem Druck abhängen.

Durch Beobachtungen, die ich an einer grossen Reihe von injicirten Hunde- und Kaninchen-(Albino-)Augen angestellt habe, an welchen 2—4 Wochen vor der Injection Iridectomie gemacht wurde, habe ich mich überzeugt, dass sich, im Falle die Operation der Operation am Menschenauge entspricht, fast immer directe Anastomosen nachweisen lassen, welche nach auswärts des excidirten Irisstückes Irisarterien mit Irisvenen verbinden.

Bekanntlich wird die Iris mit Blut versehen durch den *Circulus arteriosus iridis major*, von welchem aus radiär sich Arterien gegen die Pupille erstrecken, ein Capillarnetz bilden, aus welchem Venen hervorgehen, die radiär nach aussen hinter dem *Circ. art. ir. maj.* vorbei, in das Venengeflecht des *Corpus ciliare* übergehen.

Wird nun, wie dies bei der Iridectomie am Menschen der Fall ist, pupillarwärts vom *Circ. art. ir. maj.* die Iris abgeschnitten, dann bleiben Arterienstumpfe und Venenstumpfe stehen, der grösste Theil ihrer Verzweigungen und des zu ihnen gehörigen Capillarnetzes aber ist entfernt. Das Blut, das in die Arterien eindringt, und dem der normale Weg verschlossen ist, bildet sich nun, wahrscheinlich aus früher dagewesenen engen Gefässen weite Anastomosen aus, so dass das arterielle Blut, ohne ein eigentliches Capillargebiet zu passiren, alsogleich in das Bett der Venen gelangt.

---

[1] Ausgeschlossen sind natürlich seine Schwankungen, die durch den Puls oder durch andere äussere Einwirkungen hervorgerufen sind.

Um diese Verhältnisse am Kaninchenauge gut zu sehen, ist es nöthig, eine Iridectomie zu machen, die nicht ganz bis zum *Circ. art. irid. maj.* heranreicht; derselbe liegt hier nicht wie beim Menschen an der Anheftungsstelle der Iris, sondern in der freien Iris, fast ebenso weit von der Anheftungsstelle als vom Pupillarrand entfernt. Auch die *Processus ciliares* streichen hinten an der Iris hin, so dass sie ungefähr hinter dem *Circulus* enden.

Excidirt man nun so, dass ein Sector, der bis nahe an den *Circul. arterios.* heranreicht, entfernt wird, so kann man grössere Gefässe, die entsprechend der iridectomirten Stelle aus dem *Circul. art. irid. maj.* pupillarwärts [1] hervorgehen, direct in den Venenplexus des Ciliarkörpers übergehen und sich mit diesen charakteristischen und nicht zu verwechselnden Venen verbinden sehen.

Ich habe diese Anastomosen häufig gesehen, und sie nur dann als solche anerkannt, wenn ich in der That das Gefäss vom *Circ. art. irid. maj.* bis zur unzweifelhaften Vene des Ciliarkörpers verfolgen konnte.

Es ist selbstverständlich, dass ich hier von Arterien spreche, welche wirklich pupillarwärts vom *Circ.* abgingen, also wirklich Irisarterien waren.

Dabei sieht man in vielen Fällen alle Gefässe, welche zwischen Schnittstellen der Iris und dem *Circ.* liegen, ungemein erweitert und vielfach geschlungen, auch vermisst man an diesen Stellen eigentliche Capillargefässe, die sich in ihrer Feinheit und Zierlichkeit an die normalen Capillaren der Iris anreihen würden.

Der Güte Herrn Dr. Sattler's, Assistenten an der hiesigen Augenklinik, verdanke ich es, dass ich in der Lage war, auch menschliche iridectomirte Augen zu untersuchen, indem derselbe mir seine diesbezüglichen Präparate zur freiesten Verfügung stellte. Es rührten dieselben von exacten Iridectomien her, die ihre druckherabsetzende Wirkung ausgeübt hatten.

An diesen Präparaten war zunächst zu ersehen, dass der übrigbleibende periphere Irisrand viel breiter ist, als man ge-

---

[1] Es gehen natürlich auch Arterien von da nach rück- und auswärts in die Choreoidea.

wöhnlich anzunehmen scheint. Auch Graefe[1] betont, dass die Heilung nicht unmittelbar an eine so weit gehende Excision geknüpft ist, dass der Schnittrand sich hinter dem Scleralrand versteckt, sondern dass auch Heilung eintreten kann bei Zurücklassung eines mässigen Irisstückes[2].

Jedenfalls ersieht man aus den Präparaten, dass Platz im Überfluss da ist zur Ausbildung von noch in der Iris gelegenen Anastomosen.

Diese selbst konnte ich leider am Menschenauge nicht unmittelbar beobachten, da mir nur mikroskopische Präparate von uninjicirten, und meridional geschnittenen Augen zu Gebote standen, doch sah ich die Durchschnitte grösserer Gefässe so hart am Narbenrand, dass ich dieselben kaum für etwas anderes als für Anastomosen ansehen kann[3]. Es ist wenigstens nicht wahrscheinlich, dass dieselben Arterien angehörten, die am Rand umbogen, um, gegen den Ciliarkörper verlaufend, sich in ein Capillarsystem aufzulösen, oder dass es Venen seien, die ihr Blut im Irisstumpf sammeln, und zum Narbenrand führen, um da umzukehren und wieder nach aussen zu laufen. Aus diesen Gründen halte ich es für wahrscheinlich, dass die bisweilen ganz mächtigen Gefässe in der Nähe des Narbenrandes eine Auflösung in ein eigentliches Capillarnetz nicht haben.

Wie dem immer sei, das ist zweifellos, dass am iridectomirten Auge die dünneren Gefässe weder jenen weiten geschlängelten Verlauf bis zum Pupillarrand, noch die Auflösung an denselben in das bekannte überaus feine Capillarnetz zu erleiden haben.

---

[1] Bd. XV seines Archivs, I. Abth. S. 114.

[2] In einer grossen Reihe von Präparaten, die ich untersuchte, fand ich durchschnittlich den übriggebliebenen Irisstumpf 2 Mm. breit, vom Übergang der Iris in den Ciliarkörper gerechnet. Die Messungen wurden blos an den Theilen des Stumpfes ausgeführt, welche noch hinter der Scleralwunde lagen. Der kürzeste Meridionalschnitt eines Stumpfes, den ich sah, hatte 0·6 Mm.

[3] So sah ich ein Gefäss, dessen Querschnitt ohne Adventitia 0·03 Mm. betrug, in einer Entfernung von 0·02 Mm. von dem aufgetriebenen Narbenrand. Auch sah ich ein Gefäss von 0·015 Mm. Querschnitt, 0·07 Mm. vom Narbenrande entfernt umkehren, so dass es daselbst einen vollkommenen Bogen bildet.

Wenn man nun bedenkt, dass von Darcy durch Rechnung und von Girard, Hagen und Poiseuille durch den Versuch gefunden wurde, dass die Widerstände, die Röhren von geringerer Dicke als $^1/_2$ Mm. der durchströmenden Flüssigkeit entgegensetzen, proportional ihrer Länge und umgekehrt proportional den Quadraten ihrer Radien sind, und wenn man ferner bedenkt, dass der Seitendruck in irgend einem Röhrenquerschnitt bedingt ist durch die Grösse der Widerstände, welche die Flüssigkeit hinter demselben noch zu überwältigen hat, so wird man leicht einsehen, welche Wirkung auf den Druck innerhalb einer Irisarterie das Wegfallen des langen und engen Capillargebietes, und die Substitution desselben durch weite Anastomosen ausüben muss.

Aber nicht nur der Druck in dem Stumpf der Irisarterie, welche das excidirte Stück mit Blut versorgt hatte, muss sinken, sondern auch der Druck im ganzen *Circ. art. irid. maj.*, aus welchem sie entspringt, und somit in sämmtlichen Irisarterien, die nun alle ihr Blut unter geringerem Drucke aus dem *Circulus* empfangen.

Da endlich der *Circ. art. irid. maj.* durch die *Rami recurrentes* auch mit den arteriellen Gefässen der Choreoidea in Verbindung steht, so muss auch in diesen, wenn auch in geringerem Grade, der Druck sinken.

Auf diese Weise erklärt sich meines Erachtens die Wirkung der Iridectomie; haben wir doch gesehen, dass der intraoculäre Druck direct abhängt von dem durchschnittlichen Gefässdruck innerhalb des Bulbus, der in der Iris in beträchtlichem Masse in der Choreoidea in geringerem Grade durch diese Operation herabgesetzt wird [1].

Es erklärt sich bei dieser Deutung auch die ganze Reihe von Modalitäten, die man, um die Operation erfolgreich zu sehen, erfahrungsgemäss beobachten muss.

[1] v. Graefe führt (Archiv f. Opth. Bd. XV, 3. Abth.) an, dass nach Operation des Glaucoms in den ersten Tagen sich die Drucksteigerung wieder herstellt, und erst später wieder schwindet. Man könnte dieses Wiederherstellen des Druckes auf die Zeit beziehen, welche vergehen muss zwischen der Verstopfung der abgeschnittenen Arterie, und der Herstellung der hinlänglich weiten Anastomosen.

So der Ausschnitt eines möglichst breiten Irissectors, der die Wahrscheinlichkeit der Anastomosenbildung überhaupt und die Anzahl der entstandenen Anastomosen erhöht.

Die Tiefe des Sectors wird dadurch von Wichtigkeit, weil die Wirkung um so grösser sein muss, je mehr von den engen Gefässen weggenommen, und je dicker die gebildeten Anastomosen sind.

Es erklärt sich nach dieser Auffassung auch die Wirkungslosigkeit der Iridodialysis. Wird nämlich an der Stelle des ausgeschnittenen Sectors die Iris losgelöst, so wird hier der Stromlauf im *Circ. art. irid. maj.* unterbrochen, und die Folge davon muss sein, dass, was immer für Druckverhältnisse sich in dem losgelösten und iridectomirten Irisstücke einstellen mögen, sie nicht ihre Wirkung auf den übrigen Theil der Iris- und Choreoidalgefässe ausüben können, da ja das vermittelnde Gefäss als solches nicht mehr existirt. Der an irgend einer Stelle unterbrochene *Circulus* hat seine Bedeutung als Regulator des Irisdruckes verloren und verhält sich zu den Irisarterien nur mehr wie irgend eine grössere Arterie zu ihren kleineren Ästen.

Die Einzelheiten der Wirknng einer theilweisen Iridodialysis müssen dann natürlich noch davon abhängen, ob eine der langen Ciliararterien oder ein anderes grosses Gefäss seine Einpflanzung in den Circulus eben an der ausser Connex gesetzten Strecke nahm oder nicht.

Dass wirklich bei Iridodialysis die Loslösungsstelle der Iris so liege, dass der Strom im *Circulus* unterbrochen werden muss, davon überzeugte ich mich, indem ich an einem injicirten, und in Alkohol gehärteten menschlichen Auge totale Iridodialysis machte. Es war der ganze *Circulus* an der Iris geblieben.

Da hier die Cohäsionsverhältnisse in Folge der Alkoholeinwirkung sich verändert haben konnten, so wiederholte ich den Versuch am möglichst frischen Auge.

Ein todtgebornes Kind wurde wenige Stunden nach der Geburt mit Berlinerblau und Leim injicirt, und dann über Nacht liegen gelassen (das Berlinerblau verliert dabei in Folge seiner Reduction durch die organischen Substanzen so vollkommen die Farbe, dass die Gefässe selbst unter dem Mikroskop uninjicirt

erscheinen. Nach der Einwirkung von verharztem Terpentinöl tritt die Färbung natürlich wieder hervor).

Am nächsten Morgen wurde Iridodialysis gemacht, es zeigte sich, dass hiebei der *Circ. art.* am grössten Theil des Umfanges an der Iris geblieben und nur stückweise, offenbar da wo die Arterien in denselben eindringen, unterbrochen und an der Choreoidea haften geblieben war.

Selbstverständlich stösst man nach dem Auseinandergesetzten auch auf keine Schwierigkeiten, wenn es sich um die Deutung des Factums handelt, dass selbst nach durch Iridodialysis zu Stande gekommener Entfernung der ganzen Iris, der Blutdruck nicht wie nach Iridectomie sinkt.

Wie ich oben auseinandersetzte, ist ja der intraoculäre Druck abhängig von dem Gesammtdruck der in Choreoidea und Iris befindlichen Gefässe, nicht aber von der Anzahl eben dieser Gefässe, er wird in seinem Niveau erhalten durch das gegenseitige Aufwiegen der Resorption und der Secretion, und die Verminderung der Anzahl der Gefässe könnte nur die Wirkung haben, dass bei irgend einer Störung dieses Gleichgewichtes die Wiederherstellung desselben langsamer von statten ginge [1].

Wenn man überlegt, was für Änderungen im Blutstrom statt haben müssen, bei durch Iridodialysis erzeugter Lostrennung der Iris, so wird man finden, dass, da der *Circ. art. irid. maj.* ganz oder zum grössten Theil entfernt ist, die von denselben nach rückwärts in die Choreoidea laufenden Arterien nun gespeist werden, müssen theils durch ihre Anastomosen mit den hinteren Ciliararterien, theils durch die Anastomosen mit jenen Ästen der *Art. cil. post. longae*, welche von denselben abgehen, bevor sie den *Circ. art.* bilden. In den des grössten Theils ihres Capillargebietes beraubten *Art. ciliar. post longae* und somit in der ganzen

[1] Ich nehme hier, wie dies Donders gethan hat, an, dass die Resorption in die Gefässe stattfindet, obwohl es von gewisser Wahrscheinlichkeit ist, dass in Choreoidea und Iris Lymphgefässe existiren, die wir freilich noch nicht kennen, und dass die Resorption in diese Lymphgefässe stattfindet. Da die Anfänge der Lymphgefässe der Natur der Sache nach immer in nächster Nähe der Blut-Capillaren zu suchen sind, so würden die auseinandergesetzten Verhältnisse auch für eine solche Resorption in die Lymphgefässe Giltigkeit haben.

Choreoidea, dürfte also eher der Druck erhöht als erniedrigt sein.

Nicht zu erklären weiss ich, warum, wie v. Graefe angibt [1], die Wirkung der Iridectomie ausbleibt, oder, wie die weiteren Erfahrungen lehrten, wenigstens in vielen Fällen ausbleibt, wenn Iriseinheilung stattfindet.

Es ist möglich, dass durch die Iriszerrung eine theilweise Undurchgängigkeit der *Circ. art. irid. maj.* zu Stande kommt, oder dass durch diese Zerrung oder durch die damit einhergehenden entzündlichen Processe die Gefässveränderungen überhaupt in ganz anderer als der oben geschilderten Weise statt haben u. dgl. m.

Es ist dies übrigens ein in Bezug auf die Circulationsstörungen so complicirter Fall, dass die Unmöglichkeit, denselben zu erklären, mich nicht bestimmen konnte, die auseinandergesetzte Erklärung der physiologischen Wirkung der Iridectomie als nicht stichhältig zu betrachten.

---

[1] Archiv f. Opthalm. Bd. XV. 3. Abth.

Über den Bau des Pankreas.

Von dem Cand. med. **Johann Latschenberger.**

(Aus dem physiologischen Institute der Wiener Universität.)

(Mit 1 Tafel.)

Beiträge zur Kenntniss des mikroskopischen Baues der Bauchspeicheldrüse.

Früher bezeichnete man das Pankreas als acinöse Drüse, ohne näher in seinen Bau einzugehen. Joh. Müller suchte den Bau desselben bei den Fischen bis inclusive den Säugern aufzuhellen. Er zeigte in seinem Werke „De glandularum secernentium structura penitiori", dass bei den Amphibien, Vögeln und Säugethieren im fötalen Zustande die letzten Enden des Pankreas theils Beeren, theils verlängerte Schläuche sind, welche leicht verdickt geschlossen endigen; ihre Verzweigung ist ähnlich wie die der Blattnerven. Bei erwachsenen Vögeln beginnen, nach Quecksilberinjectionen, die Secretionsgänge mit zelligen Wurzeln oder mit sehr kleinen, dichtgedrängten Beeren. In neuerer und neuester Zeit wird das Pankreas zu den acinösen Drüsen gerechnet. Die *acini* besitzen nach Pflüger, der vorzugsweise die Nervenendigungen im Pankreas untersuchte, eine glashelle, structurlose *membrana propria*, die keine Kerne aufweist. Nach Kölliker, Heidenhein und anfangs auch Boll, sind die *acini* in Netzkörben, welche von sternförmig verzweigten Zellen gebildet werden, eingeschlossen. In neuester Zeit zeigte Boll, dass die Alveolen eine geschlossene, aus sternförmigen, kernhaltigen Zellen gebildete Membran als Wandung haben; er durchsuchte auf Anregung der Ludwig'schen Arbeiten über Lymphräume drüsiger Organe das Pankreas in dieser Richtung.

Langerhans beschreibt nach Injectionen Gänge, welche vom Centrum des Alveolus zwischen die Drüsenzellen eindringen, drehrund sind und kolbenförmig endigen. Gianuzzi und

Saviotti fanden durch Injection Netze, in deren Maschen die Drüsenzellen liegen. Gianuzzi hält die Gänge derselben für drehrund. Saviotti sagt, sie verlaufen dicht unter der *membrana propria* und entstehen durch die Verbindung benachbarter Radiärcanälchen von Langerhans. Die Beobachter geben übereinstimmend an, dass das Ausführungsgangepithel cylindrisch beginnt und im allmählichen Übergange spindelförmig endigt. Langerhans fand im Centrum der Alveolen spindelförmige Zellen, centro-acinäre Zellen, die dem spindelförmigen Epithel der Ausführungsgänge ähnlich sind. Saviotti zeigt ihren Zusammenhang mit dem Ausführungsgangepithel; er sagt: „Nach meinen Untersuchungen sind diese Zellen, deren Anwesenheit nicht schwer zu bestätigen ist, in der That die ersten Anfänge der gröberen Ausführungsgänge und haben die Bestimmung, die Verbindung dieser mit den eigentlichen Drüsenbläschen zu vermitteln." So weit war die Untersuchung der eigentlichen Drüsensubstanz des Pankreas gediehen, als ich an die Untersuchung des Organes ging. Diejenigen Resultate, welche mit den obigen Angaben im Widerspruch sind oder dieselben bestätigen, will ich im Nachfolgenden zusammenstellen.

Zum Studium der Verhältnisse der Ausführungsgänge injicirte ich das Pankreas an jungen Kaninchen mit verdünnter blauer Leimmasse oder mit löslichem Berlinerblau ohne allen Zusatz. Die Injectionen hängen in erster Linie von dem Zustande der Drüse ab; ich habe unter je zwei oder drei Injectionen, welche ich bei demselben Druck von 35 Millim. Quecksilber des Hering'schen Apparates mit derselben Injectionsmasse sogleich nach dem Tode der Thiere unmittelbar hinter einander vornahm, höchstens eine Injection, die nach Wunsch gelungen war. Nach der Härtung in Alkohol zerlegte ich sie mit Nadeln in einer Mischung aus gleichen Theilen Essigsäure und Wasser, oder machte feine Schnitte, die mit Karmin gefärbt wurden. Um die Formen der Drüsensubstanz zu sehen, behandelte ich Drüsen verschiedener Thiere mit Salpetersäure und chlorsaurem Kali, oder kochte sie in mit Salpetersäure angesäuertem Alkohol nach der Ludwig'schen Methode, oder behandelte sie mit verdünnter Essigsäure. Um die Membranen kennen zu lernen, untersuchte ich theils an ganz frischen Objecten, theils an solchen, die in Jodserum oder

Müller'scher Flüssigkeit macerirt waren. Um die Ausführungsgänge auf Muskelfasern zu untersuchen, wandte ich die doppelte Färbung mit Karmin und Pikrinsäure bei in Alkohol erhärteten Drüsen oder bei in Kreosot und Essigsäure gekochten an; letztere färbte ich auch mit Fuchsin.

Bei den Injectionspräparaten erhielt ich sämmtliche Bilder, die Saviotti in seiner Arbeit abdrucken lässt. Ausserdem aber erhielt ich Dinge, die mir gegen die Ansichten Gianuzzi's und Saviotti's zu sprechen scheinen. Ich bekam injicirte Endkolben mit den schönsten Netzen, wie sie Saviotti zeichnet; auf den Wölbungen derselben waren letztere von ganz feinen Linien gebildet; gegen den Rand wurden sie mit zunehmender Neigung der Zellzwischenräume gegen die Gesichtslinie immer breiter. Somit waren sie an der Wölbung mit den Spalträumen vertical gestellt, und man sah nur die Kante; je mehr sie sich umlegten, um so deutlicher wurde ihre Flächengestalt. So oft ich die feinen Linien sah, so waren sie in Verbindung mit den Bildern von Flächen. Die feinen Linien der Wölbung verschwanden beim Verstellen des Mikroskopes nicht so plötzlich, wie das Bild eines so feinen runden Ganges verschwinden würde, sondern erst, wenn die Schraube etwas weiter bewegt wurde. Hieraus folgt, dass man es im Pankreas in den angeblichen Netzen und radiären Canälen mit nichts anderem zu thun habe, als mit Injectionsmasse, welche zwischen die Epithelialzellen eingedrungen war. Wenn man dieses ein Netzwerk von Räumen nennen will, so kann man es thun, denn Räume müssen überall da sein, wo etwas eindringen kann. Aber unsere Kenntnisse werden dadurch nicht erweitert, denn wir wussten ohnehin, dass sich zwischen Epithelialzellen Zwischenräume bilden können, in welche eine flüssige Masse eindringen kann. Es ist ähnliches schon vor langer Zeit an anderen Epithelien beobachtet worden; so an den Cylinderepithelien des Darmcanals, zwischen dessen Zellen Injectionsmasse eingedrungen war, die man in die Zotten injicirt hatte, und die dort die Gefässe zerriss und dieselben verliess.

In ganz ähnlicher Weise und an denselben Drüsen, an denen ich die besagten Netze sah, habe ich auch zwischen die Epithelialzellen der Ausführungsgänge Injectionsmasse eindringen sehen. Eine flüssige Masse geht eben die Wege des kleinsten

Widerstandes, und es ist deshalb kein Wunder, dass sie in die Fugen eindringt, welche sich zwischen den zum Epithelium verbundenen histologischen Elementen befinden. Ich bin auch in der Lage, den Beweis zu führen, dass das, was Saviotti gesehen und abgebildet hat, nichts anderes war, als solche zwischen die Zellen, und zwar nicht nur zwischen ihre zusammengefügten Kanten, sondern auch zwischen ihre zusammengefügten Flächen eingedrungene Injectionsmasse. Man braucht nur seine Figur 1 anzusehen, und jeder Kundige wird sogleich erkennen, dass dieses nicht das Bild eines selbstständigen Canalsystems ist, gebildet aus drehrunden Canälen, sondern dass es theils senkrecht, theils mehr oder weniger schief projicirte Ansichten von mit Injectionsmasse gefüllten Zwischenräumen zwischen den Flächen und Kanten der Zellen darstellt.

Es versteht sich hiernach, dass die radiären Canäle von Langerhans nichts weiter waren, als das Bild einer weniger weit fortgeschrittenen Injection; das Bild einer solchen, bei der eben die Injectionsmasse nur in die zur Oberfläche senkrecht stehenden Kantenzwischenräume der Epithelialzellen eingedrungen war. Die von Langerhans angenommene Membran des Centralcanals existirt, wie schon Saviotti angegeben hat, nicht.

Ferner schliesst Gianuzzi vor allem und dann auch Saviotti aus Injectionsbildern, welche einen sehr kurzen Gang zeigten, der allsogleich ohne ins Centrum einzudringen, in die Netze überging, dass es Läppchen gäbe, die keinen centralen Raum besässen. Derartige Bilder kommen allerdings vor; da aber die Kolben, denen sie angehören, ganz so aussehen, wie andere, so scheinen sie nur darin ihren Grund zu haben, dass die Injectionsmasse am weiteren directen Vordringen durch angesammeltes Pankreassecret gehindert wurde, sich aber noch seitlich zwischen die Epithelialzellen eindrängte. Die Injectionsmasse zeigt die Verhältnisse um so treuer, je weniger Secret in der Drüse ist; ich besitze Injectionspräparate, in denen sämmtliche Centralgänge in der ganzen sichtbaren Drüsensubstanz bis in die letzten Enden gefüllt sind; hie und da sitzen seitlich oder am Ende radiäre Canäle, Netze und die mit ihnen häufig verbundenen Extravasate auf.

Man nennt das Pankreas gewöhnlich eine acinöse Drüse. Von *acinis* aber, von beerenförmigen Elementen, welche an den Ausführungsgängen wie an Stielen hingen, findet man in demselben nichts. Nachdem die letzteren sich bis zu einem gewissen Grade dichotomisch verzweigt haben, ändert sich das Epithel, es wird niedriger, es verlängert sich in der Richtung der Achse des Canals, so dass es spindelförmig erscheint. Dann aber treten wieder höhere, mit einem succulenten Protoplasmaleibe versehene Zellen auf, und nun sind wir in den secernirenden Schlauch eingetreten, der sich noch wieder mehrfach dichotomisch verzweigt und mit blinden, im allgemeinen kolbenförmigen, aber nicht besonders angeschwollenen Enden endigt. Das Pankreas ist also, seinem Typus nach, eine verzweigte, schlauchförmige Drüse, deren Elemente durch Krümmungen und Verschiebungen so gegen einander gedrängt sind, dass der Raum durch sie bis auf einen für das umspinnende Bindegewebe und die Gefässe übrig bleibenden Rest vollständig erfüllt wird. Netzförmige Verbindungen der Ausführungsgänge unter einander, wie sie Gianuzzi gesehen haben will, sind mir niemals vorgekommen. Die letzten Enden haben, wie schon Johannes Müller bei Embryonen zeigte, sehr verschiedene Formen. Die meisten Enden sind kurze, am Ende etwas verdickte Kolben. Andere sind im Gegensatze zu diesen am Ende zugespitzt. Noch andere sind lange Schläuche, die bald gerade verlaufen, bald Krümmungen, mehrmalige Knickungen machen, wie ich dergleichen bei Kaninchen, Rind, Menschen beobachtete. Die Zahl der Verzweigungen ist bei verschiedenen Thieren verschieden. Bei Kaninchen ist sie kleiner, als bei Hunden, Rindern, Menschen. Kaninchen zeigten mir in günstigen Fällen vier bis fünf Verzweigungsstellen bis zu einer Endverzweigung, Hunde zeigten deren sieben bis acht. Damit hängt es zusammen, dass die secernirenden Schläuche bei den Kaninchen im Verhältnisse zu den Ausführungsgängen eine kleinere Masse, ein kleineres Volum darstellen, als bei Hunden, Rindern und Menschen. Dem entsprechend findet man auch auf Durchschnitten von Kaninchen-Pankreas mehr Querschnitte von Ausführungsgängen.

Es gelang mir, nach Boll's Behandlungsweise, dessen angeführte Bilder der *membrana propria* zu erhalten. Bei Tritonen,

deren noch lebendes Pankreas man in einpercentige Kochsalzlösung gelegt, zerfallen die Zellen in kleine Kügelchen, die sich in der Flüssigkeit vertheilen, und die Membranen der Schläuche bleiben zurück; sie sind mit vielen Kernen, wie mit eben so vielen Buckeln besetzt. An einem Zerzupfungspräparate vom Kaninchen legte sich eine einen Kolben umfassende Membran platt auf, und zeigte in der Mitte einen Kern und einen solchen am umgebogenen Rande, er war durch den Contour der abgerissenen Membran in zwei Hälften getheilt; daraus erklären sich die kaffeebohnenartigen Kerne bei Zerzupfungspräparaten von Kaninchen-Pankreas. Bei höheren Thieren besitzt nicht jeder Kolben oder jedes Internodium seine eigene Membran, sondern eine Zelle nimmt, wenn zwei oder mehr Internodien zusammenstossen, an der Bildung der *membrana propria* beider oder mehrerer Theil; wenn z. B. drei Internodien sich treffen, sitzt häufig in der Mitte eine kernhaltige Zelle, die zwischen je zwei Internodien ihre breiten Fortsätze schiebt; Boll machte auf Zellen, die sich an der Membranbildung mehrerer Alveolen betheiligen, bereits aufmerksam.

Entgegen der mehrseitigen Annahme einer Membran der specifischen Zellen glaube ich Gründe anführen zu können, die dafür sprechen, dass sie nackte Zellen seien. Zunächst konnte ich keine Membran sehen. Ferner, wenn man das noch lebende Pankreas eines frisch getödteten Triton in einpercentige Kochsalzlösung oder sehr verdünnte Überosmiumsäure legt und es frisch darin mit Nadeln zerlegt, so sieht man, dass sämmtliche Zellen ohne Ausnahme in zahllose kleine Kügelchen zerfallen, die sich von grösseren, den Zellen entsprechenden Häufchen allseitig losreissen, und unter lebhaften Molecularbewegungen durch die Flüssigkeit schwärmen. Wäre eine Membran hier, so könnten sich die Kügelchen nicht unbehindert fortbewegen, oder wäre sie zerrissen, so müsste man die Trümmer sehen. Legt man dagegen das Pankreas eines Kaninchens ganz frisch in einpercentige Kochsalzlösung, so zeigt die Zelle eine ungemein starke Körnung, ohne dass die Körner sich wie beim Triton von einander trennten; die Körnchen bilden den äussersten Contour der Zelle, nicht eine Spur einer hyalinen Membran ist zu sehen.

Langerhans beschreibt unter dem Namen „centro-acinäre Zellen" spindelförmige Zellen, welche nach ihm im Centrum von Drüsenbläschen liegen sollen. Schon ihm fiel die Ähnlichkeit derselben mit den Epithelzellen der letzten Enden der Ausführungsgänge auf. In der That sind sie nichts anderes als diese; da, wo der Ausführungsgang und der secernirende Schlauch in einander übergehen, schieben sie sich eine Strecke weit in den letzteren hinein, so dass sie hier den Zellen, welche von nun an das eigentliche Drüsenepithel oder Drüsenenchym bilden, nach innen zu aufliegen. Saviotti hat dieses schon nach Zerzupfungspräparaten beschrieben. Ich habe mich auch an Durchschnitten, an denen sich alles noch *in situ* befand, von der Richtigkeit seiner Angaben überzeugen können. Es sitzen aber den kleinsten Ausführungsgängen nicht nur terminal, sondern auch seitlich secernirende Schläuche auf. An diesen habe ich niemals eine solche Einschiebung beobachtet. Die Injectionsmasse gelangt, nachdem sie zwischen den Epithelzellen des Ausführungsganges hindurchgegangen ist, sogleich zwischen die Secretionszellen des seitlich angesetzten Schlauches und bespült dieselben direct.

Das feine langspindelförmige Bindegewebe der Ausführungsgänge mit den langen, stäbchenförmigen Kernen lässt Muskelfasern vermuthen; doch ich fand bei Kaninchen, Hunden und Menschen an gekochten und ungekochten Präparaten bei doppelter Färbung mit Karmin und Pikrinsäure, dass die ganze Wand der Gänge roth blieb, während an benachbarten Gefässen nur die *adventitia* roth war, die *muscularis* und *intima* aber gelb gefärbt erschien. Auch Fuchsin färbte die Wände wie das Bindegewebe. Somit habe ich mich nicht von dem Vorkommen von Muskelfasern innerhalb der Drüse überzeugen können.

Kölliker hat in der Wand der grösseren Ausführungsgänge kleine Drüsen beschrieben, die beim Rinde ziemlich zahlreich zu finden sind; da sie, so viel ich weiss, nirgends abgebildet sind, so gebe ich davon eine Abbildung, so gut ich sie eben erlangen konnte. Beim Kaninchen habe ich sie vermisst. Über ihre Function und über die Natur ihres Secretes kann ich bis jetzt nichts aussagen.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1 und 2. Zerzupfungspräparate vom Rinder-Pankreas. In Salpetersäure und chlorsaurem Kali macerirt.

Fig. 3. Zerzupfungspräparat vom Kaninchen-Pankreas. Nach der Härtung in Alkohol in einer Mischung aus gleichen Theilen Essigsäure und Wasser zerlegt.

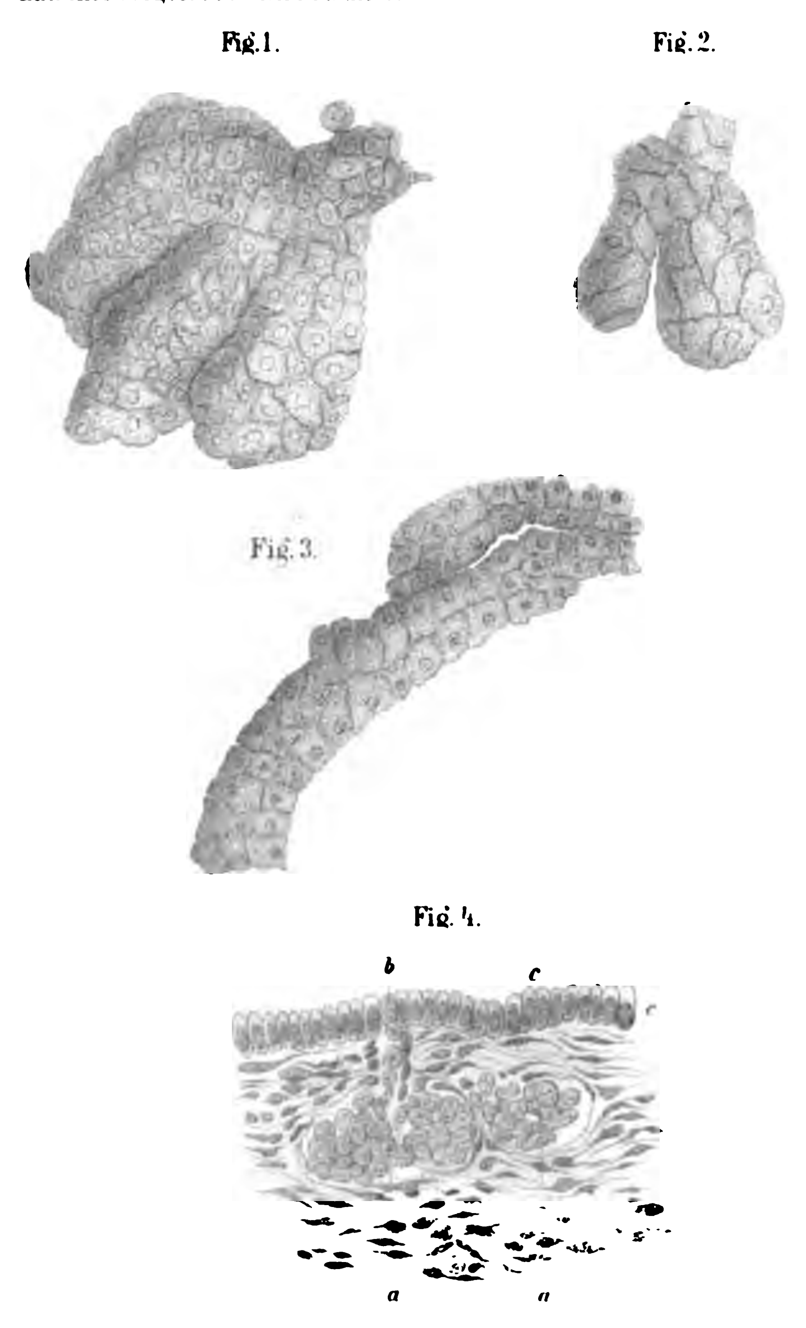
Fig. 4. Schnittpräparat vom Rinder-Pankreas, welches in Alkohol erhärtet wurde.

a. Eine kleine Drüse in der Wand eines grösseren Pankreas-Ausführungsganges.

b. Ausführungsgang derselben.

c. Cylinder-Epithel des Pankreas-Ausführungsganges.

Latschenberger. Über den Bau des Pankreas.



XIV. SITZUNG VOM 16. MAI 1872.

In Verhinderung des Präsidenten führt Herr Hofrath Freih. v. Burg den Vorsitz.

Herr Joh. Gleissner, k. k. Artillerie-Hauptmann und Prof. an der militär-technischen Schule zu Mährisch-Weisskirchen, berichtet mit Schreiben vom 12. Mai, über einen von ihm in der Brust einer Ringeltaube vorgefundenen, von einem alten Schusse herrührenden, eingekapselten Federpfropf nebst Bleischrot, und übersendet das betreffende Präparat.

Herr Prof. Dr. E. Suess legt im Namen des Herrn Prof. Makowski in Brünn ein Exemplar eines fossilen, im Rothliegenden der Cerna Hora bei Brünn aufgefundenen fossilen Reptils vor.

Der Secretär v. Schrötter überreicht eine vorläufige Mittheilung: „Über ein zweckmässiges Verfahren zur Gewinnung des Tellurs aus der Tellurschliche von Nagyág in Siebenbürgen".

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Accademia Pontifica de' Nuovi Lincei: Atti. Anno XXV, Sess. 4ᵃ. Roma, 1872; 4⁰.

Akademie, Südslavische, der Wissenschaften und Künste: Rad. Knjiga XVIII. U Zagrebu, 1872; 8⁰. — Pisani zakoni na slovenskom jugu. Bibliografski nocrt. Dra V. Bogišića. I. U Zagrebu, 1872; 8⁰.

Annalen der Chemie und Pharmacie, von Wöhler, Liebig & Kopp. N. R. Band LXXXVI, Heft 2 & 3. Leipzig & Heidelberg, 1872; 8⁰.

Annales des mines. VIᵉ Série. Tome XX, 5ᵉ & 6ᵉ Livraisons de 1871. Paris; 8⁰.

Apotheker-Verein, allgem. österr.: Zeitschrift. 10. Jahrgang, Nr. 14. Wien, 1872; 8°.

Bibliothèque Universelle & Revue Suisse: Archives des sciences physiques et naturelles. N. P. Tome XLIII[e], Nr. 172. Génève, Lausanne, Paris, 1872; 8°.

Canestrini, Giovanni, Gli Opilionidi Italiani. (Estr. dagli Annali del Museo civ. di Storia Nat. di Genova. Vol. II.) 8°.

Comitato, R., geologico d'Italia: Bollettino. Anno 1872. Nr. 1 & 2. Firenze; 8°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome. LXXIV, Nr. 18. Paris, 1872; 4°.

Eichwald, Ed. von, Analecten aus der Paläontologie und Zoologie Russlands. Moskau, 1871; 4°.

Gesellschaft, Senckenbergische naturforschende: Abhandlungen. VIII. Bandes 1. & 2. Heft. Frankfurt a. M., 1872; 4°. — Bericht. 1870—1871. Frankfurt a. M.; 8°.

Gewerbe-Verein, n.-ö., Wochenschrift. XXXIII. Jahrgang, Nr. 19—20. Wien, 1872; 4°.

Grad, Charles, Essais sur le climat de l'Alsace et des Vosges. Mulhouse, 1870; 8°.

Greifswald, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften seit dem Sommer-Semester 1871. 4° & 8°.

Jena, Universität, Akademische Gelegenheitsschriften aus dem Jahre 1871/72. 4° & 8°.

Landbote, Der steirische. 5. Jahrgang, Nr. 10. Graz, 1872; 4°.

Landwirthschafts-Gesellschaft, k. k., in Wien: Verhandlungen und Mittheilungen. Jahrgang 1872, Nr. 11. Wien; 8°.

Mittheilungen des k. k. techn. & administr. Militär-Comité. Jahrgang 1872, 5. Heft. Wien; 8°.

— aus J. Perthes' geographischer Anstalt. 18. Band, 1872. IV. Heft. Gotha; 4°.

Nature. Nr. 132, Vol. VI. London, 1872; 4°.

Reichsanstalt, k. k. geologische: Verhandlungen. Jahrgang 1872, Nr. 8. Wien; 4°.

„Revue politique et littéraire“ et „La Revue scientifique de la France et de l'étranger.“ I[re] Année. (2[e] Série), Nr. 46. Paris & Bruxelles, 1872; 4°.

Ross, Alexander Milton, The Birds of Canada. Toronto, 1871; kl. 8°.

Tschermak, Gustav, Mineralogische Mittheilungen. Jahrgang 1872. Heft 1. Wien; kl. 4°.

Verein, Offenbacher, für Naturkunde: XI. & XII. Bericht. 1869—1870 & 1870—1871. Offenbach a. M.; 8°.

Vierteljahresschrift für wissenschaftliche Veterinärkunde. XXXVII. Band, 1. Heft. Wien, 1872; 8°.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXII. Jahrgang, Nr. 19. Wien, 1872; 4°.

Zeitschrift für Chemie, von Beilstein, Fittig & Hübner. XIV. Jahrgang. N. F. VII. Band, 20. & 21. Heft. Leipzig, 1871; 8°.

— für die gesammten Naturwissenschaften, von C. G. Giebel. N. F. 1871. Band IV. Berlin; 8°.

XV. SITZUNG VOM 31. MAI 1872.

Herr Prof. Dr. Czyrniański übersendet eine Abhandlung: „Über das Wirken der Atome in den Molecülen".

Herr Director Dr. J. Stefan überreicht folgende zwei Abhandlungen:

1. „Anwendung des Chronoskops zur Bestimmung der Schallgeschwindigkeit im Kautschuk";

2. „Über Schichtungen in schwingenden Flüssigkeiten".

Herr Prof. Dr. V. v. Lang legt eine Abhandlung: „Zur dynamischen Theorie der Gase II," vor.

Herr Dr. Friedr. Brauer übergibt eine Abhandlung, betitelt: „Beiträge zur Kenntniss der Phyllopoden".

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Accademia, Reale, dei Lincei: Atti. Tomo XXIV. Sess. 5ª—7ª. Roma, 1871 & 1872; 4⁰.

Akademie der Wissenschaften, Königl. Preuss., zu Berlin: Monatsbericht. Februar 1872. Berlin; 8⁰.

— — Königl. Bayer., zu München: Sitzungsberichte der math. physik. Classe. 1872. Heft. 1. München; 8⁰.

Apotheker-Verein, allgem.-österr.: Zeitschrift. 10. Jahrgang, Nr. 15—16. Wien, 1872; 8⁰.

Astronomische Nachrichten. Nr. 1887—1888. (Bd. 79. 15—16.) Altona, 1872; 4⁰.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXIV, Nrs. 19—20. Paris, 1872; 4⁰.

Gesellschaft, österr., für Meteorologie: Zeitschrift. VII. Bd., Nr. 10. Wien, 1872; 4°.

— Physikal. - Medicin., in Würzburg: Verhandlungen. N. F. II. Band, 4. (Schluss-)Heft. Würzburg, 1872; 8°.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXXIII. Jahrgang. Nr. 21—22. Wien, 1872; 4°.

Heidelberg, Universität: Akadem. Gelegenheitsschriften aus dem Jahre 1871/72. 4° & 8°.

Istituto, Reale, Veneto di Scienze, Lettere ed Arti: Memorie. Vol. XVI, Parte 1. Venezia, 1872; 4°. — Atti. Tomo I°, Serie IV^a, Disp. 5^a. Venezia, 1871—72; 8°.

Journal für praktische Chemie, von H. Kolbe. N. F. Band V, 7. & 8. Heft. Leipzig, 1872; 8°.

Landbote, Der steirische. 5. Jahrgang, Nr. 11. Graz, 1872; 4°.

Landwirthschafts-Gesellschaft, k. k., in Wien: Verhandlungen und Mittheilungen. Jahrgang 1872. Nr. 12—13. Wien; 8°.

Lotos. XXII. Jahrg. April 1872. Prag; 8°.

Nature. Nrs. 133—134, Vol. VI. London. 1872; 4°.

Reichsanstalt, k. k. geologische: Jahrbuch. Jahrgang 1872. XXII. Band, Nr. 1. Wien; 4°.

„Revue politique et littéraire“ et „La Revue scientifique de la France et de l'étranger.“ Ire Année (2e Série) Nrs. 47—48. Paris & Bruxelles, 1872; 4°.

Schenk, S. L., Anatomisch - physiologische Untersuchungen. Wien, 1872; 8°.

Société Botanique de France: Bulletin. Tome XVIIIe, 1871. Comptes rendus des séances. 2. Paris; 8°.

— des Ingénieurs civils: Séance du 3 Mai 1872. Paris; 8°.

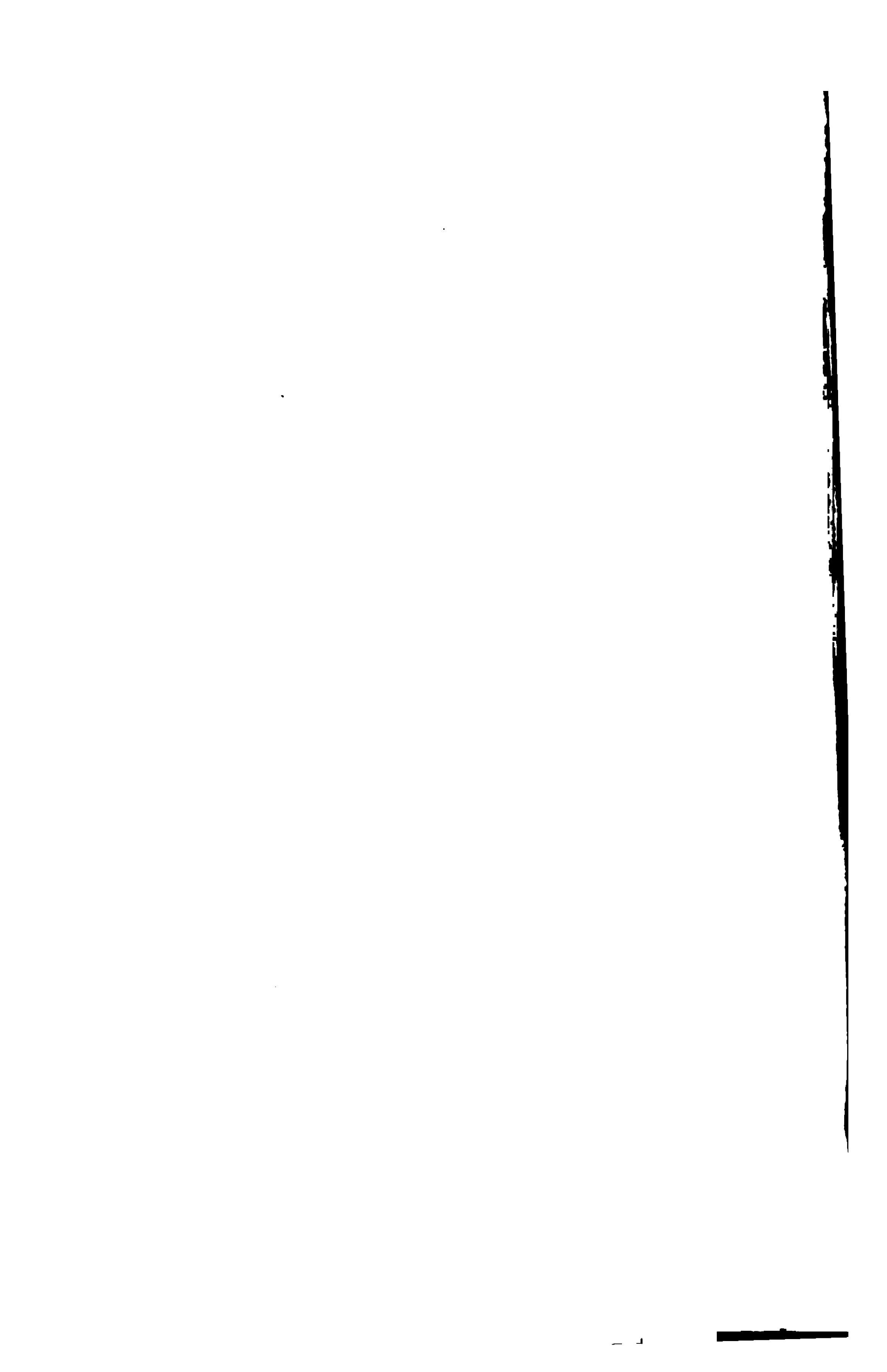
— Linnéenne de Bordeaux: Actes. Tome XXVII (3e Série, Tome VII), 2e Partie; Tome XXVIII (3e Série, Tome VIII). 1re Partie. Paris & Bordeaux, 1872; 8°.

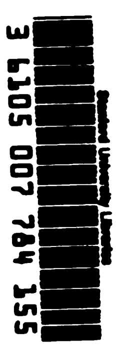
Verein für siebenbürgische Landeskunde: Archiv. N.F. IX. Bd., 3. Heft (1871); X. Band, 1. Heft (1872). Hermannstádt; 8°. — Jahresbericht für das Vereinsjahr 1870/71. Hermannstadt; 8°. — Trausch, Jos., Schriftsteller-Lexicon etc. II. Band. Kronstadt, 1870; 8°.

Verein der Freunde der Naturgeschichte in Mecklenburg: Archiv. 25. Jahr. Neubrandenburg, 1872; 8°.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXII. Jahrgang, Nr. 20—21. Wien, 1872; 4°.

Zeitschrift des österr. Ingenieur- & Architekten-Vereins. XXIV. Jahrgang, 7. Heft. Wien, 1872; 4°.





Stanford University Libraries
3 6105 007 784 155

